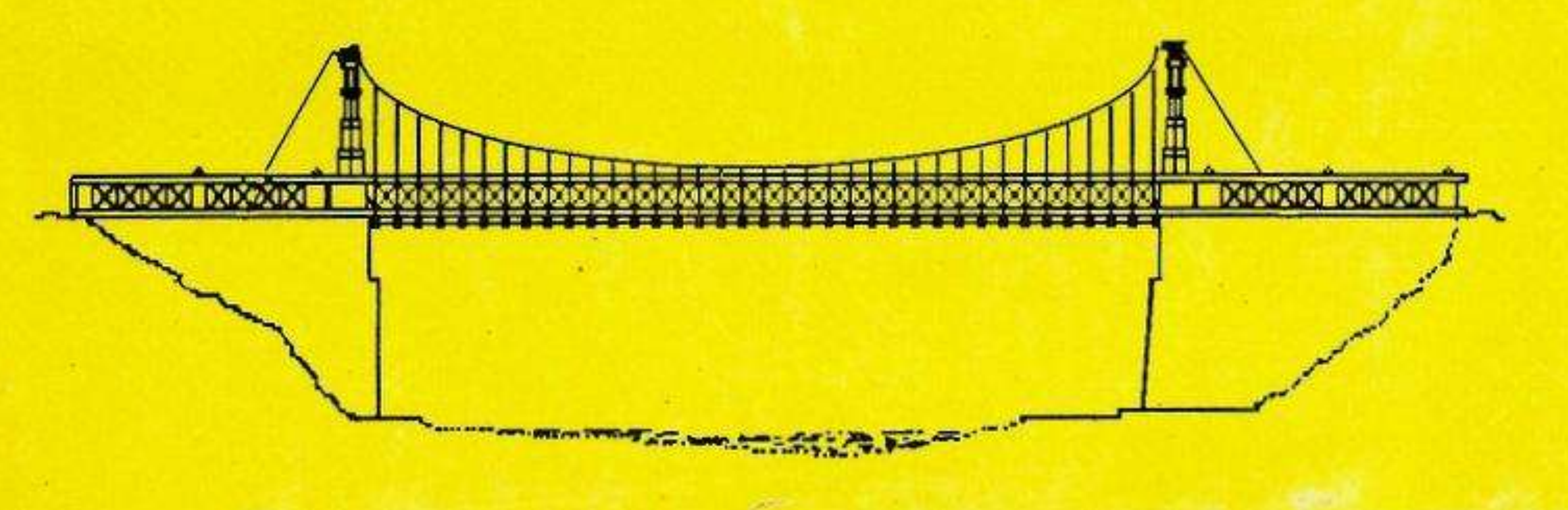
LOS PUENTES HISTORICOS DE PUERTO RICO

LUIS F.
PUMARADA
O'NEILL

AUTORIDAD DE TRANSPORTACION Y CARRETERAS DE PUERTO RICO

CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO RECINTO DE MAYAGUEZ



CON UN TRASFONDO HISTORICO DE LA TRANSPORTACION TERRESTRE EN PUERTO RICO

LOS PUENTES HISTORICOS DE PUERTO RICO • LUIS PUMARADA O'NEILL

LOS PUENTES HISTORICOS DE PUERTO RICO

por: Luis Pumarada O'Neill

colaboración de: Juan Rodríguez Cruz

Centro de Investigación y Desarrollo
Recinto de Mayagüez
Universidad de Puerto Rico

para: Autoridad de Carreteras y Transportación de Puerto Rico

Diciembre de 1991

Portada: Reproducción de un plano del Puente Isabel Segunda. Se inauguró en 1858 como parte de la carretera entre Río Piedras y Caguas. Después de haber sido socavado parcialmente por una creciente del Río Cagüitas en 1861, este puente colgante de cables fue reemplazado por uno convencional.
Foto del Puente 176 de la Carretera 14 sobre la Quebrada Honda. Tanto el puente como la carretera se hicieron como parte de la Carretera Central entre San Juan y Ponce, inaugurada en1886.

Contraportada: Foto del Puente 152 sobre el Río Pellejas, el *Puente Blanco* de la Carretera 10 entre Utuado y Adjuntas. 1924.

Reproducido con la autorización de la Autoridad de Carreteras y Transportación de Puerto Rico.

Autor: *Luis Pumarada O'Neill*
Dpto. de Ingeniería General
Recinto de Mayagüez
Universidad de Puerto Rico
Mayagüez, PR 00681

PREFACIO

Esta obra está basada en el *Proyecto de los Puentes Históricos de Puerto Rico,* hecho entre 1989 y 1991 para la Autoridad de Carreteras por el autor, en calidad de arqueólogo industrial, junto con un panel compuesto por historiadores, ingenieros y arquitectos. El panel estableció un conjunto de puentes, mayormente anteriores al 1945, escogidos entre los puentes de carreteras y ferroviarios en condiciones relativamente buenas. Ese conjunto fue avalado, con muy pocos cambios, por el Instituto de Cultura Puertorriqueña y la Oficina Estatal de Preservación Histórica.

Este libro muestra la mayor parte de las estructuras finalmente designadas como "puentes históricos de Puerto Rico". Sus objetivos son enfatizar el impacto de la transportación y la ingeniería en el contexto social y económico de un pueblo, dar a conocer a esas atractivas e importantes obras de ingeniería de nuestro pasado y a quienes las produjeron, y estimular el interés en preservarlas. Aquellos puentes que ya no forman parte activa de nuestro sistema de carreteras no reciben mantenimiento alguno y su permanencia depende del interés que alguna entidad pueda tener en su preservación.

FOTOGRAFIAS Y DIAGRAMAS

Las fotografías que no tienen identificación alguna son del autor. La mayoría se realizó para el Proyecto de Puentes Históricos; unas pocas se hicieron para el Inventario Histórico de Ingeniería e Industria de Puerto Rico del 1977-78.

Además, hemos usado fotos de la *Revista de Obras Públicas* y de los almanaques *Estampas Puertorriqueñas,* así como de obras de Osvaldo García, Jack Delano y Angel Quintero Rivera y Lydia Milagros González, a quienes agradecemos el habernos permitido el uso de las magníficas fotos provenientes de sus obras, las cuales están identificadas en la Bibliografía. Los créditos son como siguen:

J.D.	Jack Delano
E.P.A.	*Estampas puertorriqueñas del ayer*
O.G.	Osvaldo García
Q.R.G.	Angel Quintero Rivera & Lydia Milagros González
R.O.P.	*Revista de Obras Públicas de Puerto Rico*

Los diagramas referentes a los tipos de puente y su terminología, excepto por los mapas y el puente de viga de celosía que realizó Elías Jones, se han adaptado para esta obra con el debido permiso del Departamento de Transportación de Pennsylvania. El diagrama del Puente Isabel Segunda es una adaptación en computadora de Jones del plano copiado en la *Revista de Obras Públicas.*

CONTENIDO

DEDICATORIA

A los diseñadores y constructores de puentes que intervineron en la realización de las estructuras que engalanan estas páginas, especialmente Gustavo Steinacher, Raimundo Camprubí, Rafael Nones y Tulio Larrinaga, y a los miles de trabajadores anónimos que igualmente contribuyeron a su realización.

A quienes se han dedicado a conservarlos con reverencia para que todavía hoy podamos apreciar a tantos de ellos.

Al Maestro, en su centenario, por sus lecciones de devoción por lo nuestro.

NUESTRO AGRADECIMIENTO...

Al historiador Juan Rodríguez Cruz por sus colaboraciones, especialmente en el Trasfondo Histórico; al Arq. Alberto del Toro por su estímulo y ayuda con fotos y formatos; a ambos por su contribución como miembros del panel interdisciplinario que participó del estudio en el cual se basa esta obra. A los ingenieros Aurelio Tio y Eduardo Ramírez y al arquitecto Javier Blanco por sus valiosas aportaciones como miembros de ese mismo panel.

Al Dr. Hermenegildo Ortiz, Secretario de Transportación y Obras Públicas, al Dr. Jorge L. Bigas, Director Ejecutivo de la Autoridad de Carreteras y Transportación, a la Administración Federal de Carreteras, a la Oficina Estatal de Preservación Histórica, al Instituto de Cultura Puertorriqueña, y demás funcionarios que en una u otra forma hicieron posible la realización de este proyecto.

A los estudiantes que ayudaron en las diferentes fases: Carlos León Camacho y Luis Pío Sánchez Longo, en la fase de investigación histórica; Josué Bandas y Rafael Vélez Mercado en la programación; Tamara Rivera en la contabilidad y documentos relacionados; Wilson Rosa y Roberto Cruz en "el campo", Elías Jones en el arte computarizado, y Carlos M. Poventud y Ervin Flores por su cooperación.

Al versátil periodista Israel Torres Penchi, quien imprimió las fotos con el cuidado y el arte necesarios.

A Rafael Pumarada Ribas, mi tío, ingeniero mecánico de la clase del 1935 del Colegio de Mayagüez, por demostrar lo que es la dedicación a su profesión y a su *alma mater*.

A mi hija Yesenia por su ayuda y a mi esposa Elena por su paciencia y compañía.

INTRODUCCION

El puente se interpone entre las dos cosas que son su razón de ser y de estar donde está: el obstáculo sobre el cual atraviesa y el sistema de transportación al cual sirve.

Un puente es una estructura que permite el paso continuo sobre un cuerpo de agua, sobre un abismo o depresión, o sobre otras estructuras. Puede usarse para el paso de peatones, vehículos, canales o tuberías. Si no salva un cuerpo de agua comparable a su tamaño el puente es llamado *viaducto*; si conduce agua, *acueducto*. Otros términos técnicos relacionados se definen en el Glosario.

En esta obra enfatizaremos los puentes de carreteras, aunque también se menciona a algunos puentes de ferrocarril. En ambos casos los puentes no son proyectos aislados sino partes de un sistema, y se diseñan y construyen dentro del contexto y del presupuesto del sistema y la ruta a la cual sirven. El puente de carreteras tiene que verse como parte de una carretera, del sistema de carreteras, y aún como parte del esquema general de transportación del país, ya que en diferentes épocas se han usado otras alternativas, tales como barcazas de río, barcos costeros y ferrocarriles.

IMPORTANCIA DE LOS PUENTES Y LAS CARRETERAS

La transportación es una actividad indispensable para el funcionamiento de las sociedades especializadas al llevar a coincidir a las personas con los respectivos lugares de trabajo, residencia o recreación, a los productos con los mercados, y a las materias primas con los lugares de manufactura. Esta actividad es determinante para la estructura socioeconómica y geográfica de los países y crítica para la economía. Los puentes son esenciales en todo sistema de transportación terrestre. Las alternativas para salvar obstáculos, como son el uso de vados o ancones en los cruces de los ríos, no son capaces de dar el servicio constante ni pueden atender el volumen de tráfico que un puente.

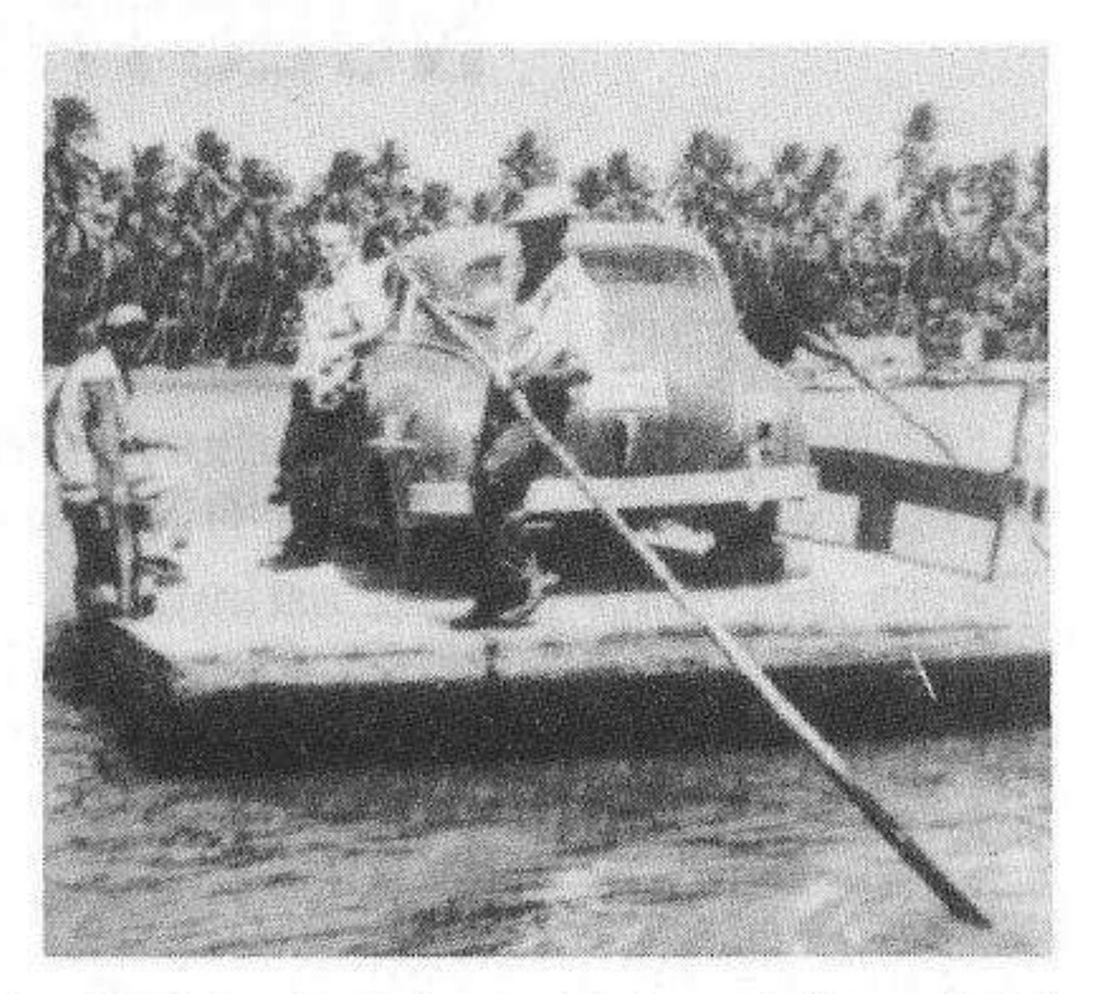


***FOTO 1: Ancón de Loíza.* O.G., c.1950.**

En cuanto a su importancia ingenieril, los puentes son una prueba difícil para diseñadores y constructores. La

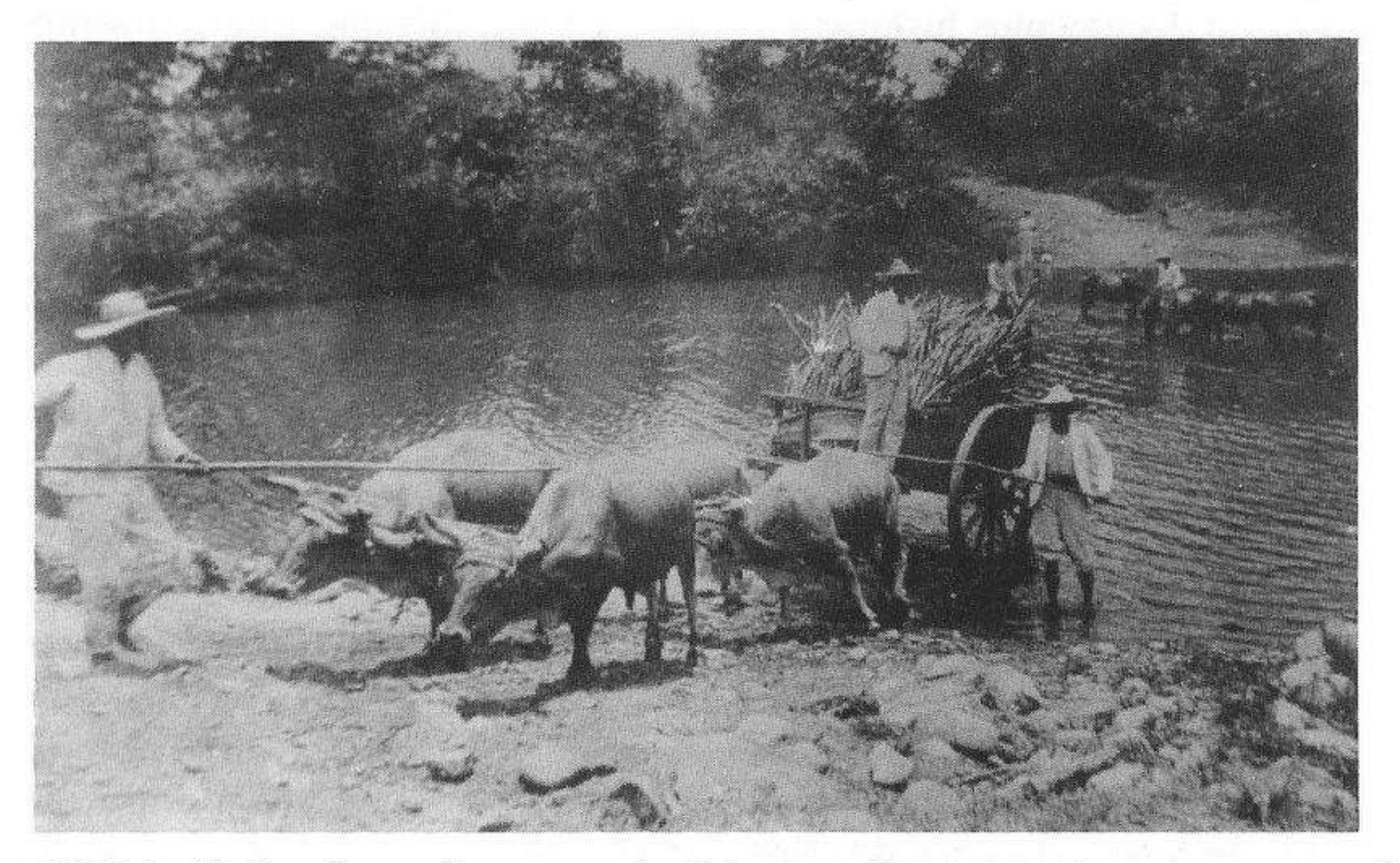


***FOTO 2: Vadeando un río en carretón de bueyes. Fue necesario usar una segunda yunta de bueyes para poder cruzar en este paso sin puente.* E.P.A., c.1910.**

altura de algunos puentes y las anchas corrientes que atraviesan otros los convierten en problemas de construcción de considerable envergadura. Las condiciones de apoyo y subsuelo son a menudo difíciles. La ubicación de muchos puentes es, por necesidad, precisamente en los lugares menos indicados para la longevidad de cualquier estructura: expuestos a golpes de agua, salitre, desprendimientos de taludes, socavación por erosión, y otras condiciones que normalmente se trata de evitar. Esas onerosas condiciones, junto a las limitaciones de presupuesto y la exposición a terremotos y vientos, que los acosan al igual que a toda estructura, hacen que los puentes se encuentren entre las obras de ingeniería que más frecuentemente fallan en caso de huracanes y crecientes. El desastre más sonado relacionado a un puente en Puerto Rico ha de haber sido el del puente sobre la desembocadura del río Grande de Arecibo, el cual desapareció bajo una creciente cuando se preparaban las ceremonias de su inauguración en 1916. [1]

En términos sociales e históricos podemos argumentar que los puentes han sido más indispensables y significativos en la vida cotidiana de los ciudadanos de épocas anteriores que muchas otras estructuras que estamos acostumbrados a ver como monumentos históricos. La persona que iba a la alcaldía una vez al año y a la iglesia una vez a la semana cruzaba el puente dos veces al día para realizar las labores con que devengaba sus ingresos para

sostener a su familia y contribuir a la economía del país, al gobierno y a la iglesia.

EL PUENTE ANTIGUO COMO OBJETO ARQUEOLOGICO Y FUENTE DE INFORMACION

La *arqueología industrial* es una disciplina emergente que estudia los remanentes físicos de la actividad industrial del pasado e interpreta la información que éstos contienen. Su campo incluye fábricas, haciendas, sistemas de riego agrícola y otras manifestaciones de la agricultura, la manufactura y la infraestructura, tales como las comunicaciones y la transportación, a donde pertenecen los puentes.

Los remanentes físicos, ya sean artefactos o estructuras de mayor escala, son fuentes de información sobre las épocas en que se construyeron y operaron. Esta información es necesaria para complementar la que proviene de documentos históricos y testimonios orales. Hay casos en que los objetos reflejan la realidad de la época más fielmente que muchos documentos. Podemos tomar como ejemplo de esto la información que se desprendería de un estudio de las características de las residencias de algún municipio en particular; probablemente ésta sea más confiable que la información del nivel económico de la población que podríamos obtener de documentos oficiales tales como las planillas de contribución sobre ingresos.

La localización de un puente de carreteras es resultado de la interacción de varios factores. Algunos de éstos son: la topografía del terreno, la localización de los puntos que se desea unir por medio de la carretera, los recursos disponibles para la construcción del puente y la carretera, el costo relativo del puente comparado con el de la carretera, y el poder político de aquéllos que se beneficien de la ruta a mejorarse en comparación con el poder de aquéllos que se puedan sentir perjudicados y del poder de los que prefieran que los recursos se inviertan en otra región, en otra ruta o en otro sistema de transporte que les traiga mayores beneficios directos. Al analizar la localización de un puente con respecto a la topografía y otros factores que son aún evidentes, podemos inferir cierta información sobre los factores históricos y sociales presentes en la época en que se construyó.

La construcción en sí de un puente refleja la existencia de un beneficio económico y social a derivarse de mejorar la transportación entre los puntos servidos. El tamaño de un puente puede reflejar la magnitud del beneficio esperado de su construcción, y el tipo de construcción y materiales empleados pueden ser un índice del costo relativo de los factores de producción: tierra, capital y mano de obra.

La capacidad de un puente en términos de carga y anchura nos da

una idea del tráfico para el cual se estaba construyendo. La forma del puente, la calidad de su construcción, el sistema estructural, los materiales usados, la procedencia de las estructuras importadas, el grado de ornamentación y otras características de un puente nos brindan una valiosa información sobre la sociedad que lo erigió.

Por otro lado, no hay mejor forma de *sentir* la vida de nuestros abuelos y bisabuelos que estar dentro de los mismos espacios y atravesar las estructuras que ellos atravesaban diariamente. Esa *experiencia* no se puede sustituir por libros ni ilustraciones.

EL PROYECTO DE EVALUACION DE LOS PUENTES HISTORICOS

PROPOSITO

El propósito principal del Proyecto de Evaluación de Puentes Históricos de Puerto Rico, el cual culmina con la publicación de este libro, fue escoger y presentar un conjunto de puentes capaz de comunicar a nuestras presentes y futuras generaciones una serie de ejemplos palpables, lo más completa y fiel posible, de las diversas estructuras construídas a través del devenir histórico de nuestro pueblo para salvar los obstáculos y así facilitar la comunicación y la transportación terrestre.

Este libro muestra los puentes que han sido oficialmente designados como históricos para resaltar estos logros de la ingeniería en Puerto Rico e interesar a la ciudadanía en su conservación. Cada uno de estos puentes es una "pieza de museo" que no sólo podemos observar sino hasta usar.

El proyecto, que se extendió por tres años, se hizo con fondos de la Autoridad de Carreteras y de la Administración Federal de Carreteras y la participación del Instituto de Cultura Puertorriqueña y la Oficina de Preservación Histórica de Puerto Rico. Su realización estuvo a cargo del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería del Recinto de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico.

El haber designado como históricos a un grupo de puentes facilitará la planificación de proyectos de puentes y carreteras a la vez que ayudará a que se preserve un conjunto de puentes que demuestre físicamente la aplicación de diferentes tecnologías y materiales a este tipo de estructura a través de la historia de Puerto Rico. La selección también da mérito a aquellos puentes de mayor valor estético, cultural e histórico.

Desgraciadamente, las leyes existentes protegen a un monumento histórico sólo de aquellos proyectos que sean del gobierno o tengan

aportaciones gubernamentales. En esos casos obligan a buscar alternativas que no requieran la destrucción o alteración del monumento. Si no las hubiera, o si éstas resultaran demasiado onerosas, entonces hay la obligación de mitigar los daños; o sea, de estudiar la posibilidad de trasladar al monumento a otro sitio, modificarlo lo menos posible, o, en último caso, hacer un estudio arqueológico completo antes de destruirlo. En otras palabras, el hecho de que una estructura sea declarada histórica no quiere decir que no puede ser destruída o alterada bajo ninguna circunstancia, ni aunque se trate de un proyecto gubernamental.

La mejor forma de conservar un puente histórico es mantenerlo, cuando sea factible, en su uso original, de manera que reciba el mantenimiento adecuado.



FOTO 3: La insuficiente anchura del Puente Las Cabañas (Núm. 279) obliga a un automóvil a esperar por el camión. Eso lo convierte en candidato a ser reemplazado.

LA SELECCION DE LOS PUENTES

El proyecto estuvo dividido en tres fases, de las cuales este libro corresponde a la tercera. Primero se designó un panel compuesto por personas de gran competencia provenientes de diversos campos relacionados a los puentes históricos. Ese panel estableció preliminarmente unos criterios y requisitos, así como el sistema de evaluación que se usaría más adelante para designar a los puentes históricos. Tras examinar documentación, informes de campo y fotografías de los puentes candidatos, el panel recomendó finalmente una lista de puentes, la cual fue refrendada por las cuatro agencias concernidas: la Autoridad de Carreteras de Puerto Rico, la Administración Federal de Carreteras, la Oficina de Preservación Histórica de Puerto Rico y el Instituto de Cultura

Puertorriqueña. En el apéndice se detalla la metodología y los criterios utilizados.

Para considerar como posible *puente* histórico a alguna estructura, el panel estableció el requisito de que ésta tenía que ser *significativa como puente*; de lo contrario sólo podría ser un lugar u objeto histórico. Como consecuencia se descartó considerar a puentes corrientes de este siglo con sistemas estructurales de poco significado ingenieril. En redundancia con este requisito los *puentes candidatos* tenían que cumplir con el tamaño mínimo oficial de 6 metros de longitud, ya que en la tradición de las obras públicas se clasifica a las estructuras menores como *pontones* o *alcantarillas*. En términos de antigüedad se consideró a los puentes anteriores al 1945, y a aquellos anteriores al 1951 con algún rasgo excepcional. Además de los puentes de carretera en uso, se tomó en cuenta a los puentes abandonados y a los que fueron hechos para uso del ferrocarril.

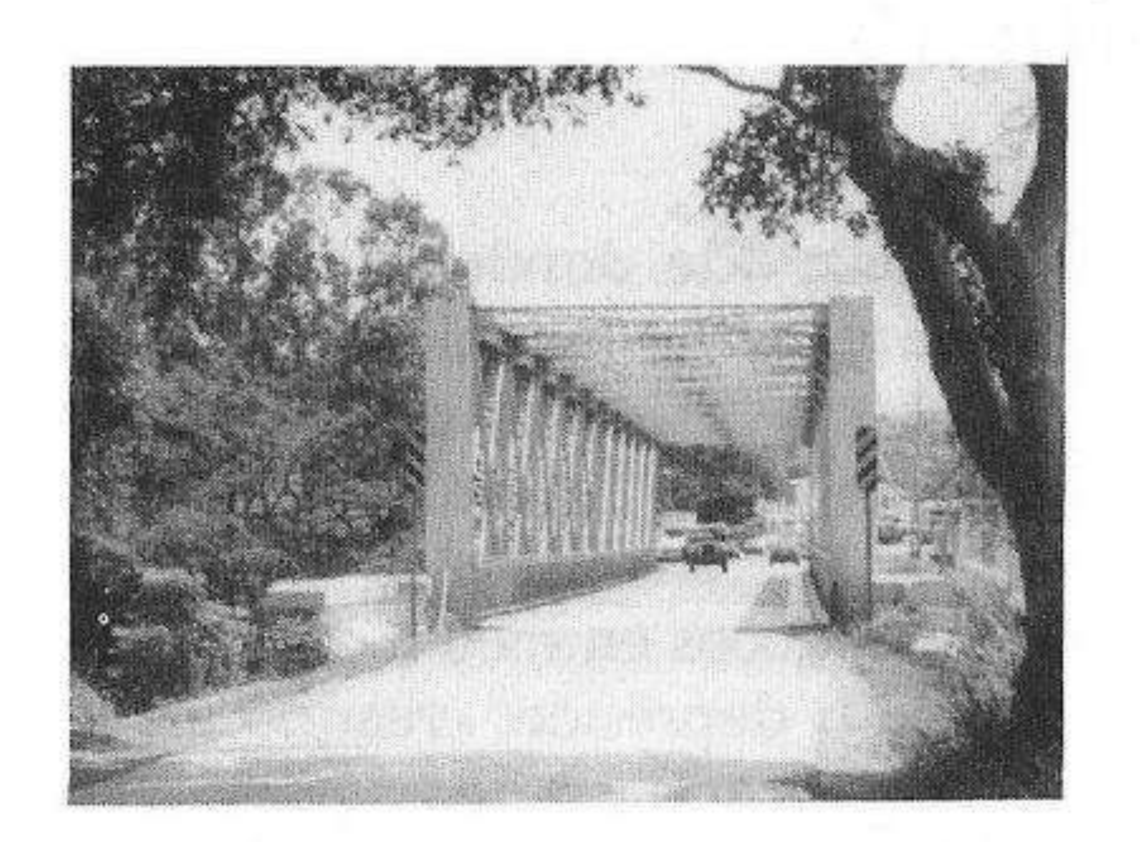


FOTO 4: Puente de Arenas (Núm. 466). La percepción que obtenga el conductor que se acerque a un puente fue uno de los criterios utilizados en la selección de los puentes (Vea el apéndice 1).

A CONTINUACION...

A esta introducción le sigue un trasfondo histórico sobre el desarrollo de la transportación terrestre y la construcción de puentes en la isla hasta 1945. En esa sección se menciona a varios puentes notables hoy desaparecidos, incluyendo a algunos puentes de ferrocarril y al primer puente colgante de las Antillas.

Los de mayor interés entre la totalidad de los puentes históricos existentes se presentan individualmente y con fotos en la parte siguiente. Aparecen divididos en las siguientes categorías: de arco, metálicos de armadura y armazón lateral, metálicos de vigas laterales, de vigas múltiples y "otros tipos". Las categorías usadas aquí para efectos de presentación no siempre coinciden con la clasificación técnica, dada en el primer apéndice.

Al final se incluye un glosario con los términos técnicos utilizados y una bibliografía que incluye las referencias de las notas. Un primer apéndice detalla la metodología utilizada para escoger los puentes y menciona a todos los puentes seleccionados. Figura como segundo apéndice un "pliego de condiciones" típico usado en la adquisición de puentes metálicos a fines del siglo 19, el cual describe en detalle el material y los métodos de fabricación, protección y transporte que habría de utilizar el taller suplidor.

TRASFONDO HISTORICO

por: Juan Rodríguez Cruz y
Luis Pumarada O'Neill

EL DESARROLLO DE LOS PUENTES Y LAS CARRETERAS EN OCCIDENTE

Los primeros puentes con toda seguridad los constituyeron troncos de árboles acomodados por seres prehistóricos sobre zanjones o riachuelos. Los incas levantaron espectaculares puentes colgantes tejidos de fibras, bejucos y maderas flexibles de hasta más de cien pies de largo para salvar profundos ríos y abismos en los Andes peruanos. Esos puentes primitivos, que todavía se siguen usando en algunas regiones del mundo, tienen capacidades limitadas en términos de carga, dimensiones y tipo de usuarios; además tienen que ser reparados todos los años.

A medida que el hombre desarrolló su ingenio (de donde se deriva la palabra *ingeniero*), fue uniendo pedazos de madera y los reforzó con puntales y diagonales. Si la distancia a salvar era demasiado grande se ideó la manera de clavar zocos en medio del cuerpo de agua o depresión, creando así la versión más antigua de las *pilastras*.

El primer sistema de carreteras lo creó el imperio persa para el año mil antes de Cristo. Pero fueron los romanos quienes construyeron el mayor sistema de carreteras de la antigüedad, con 53 mil millas de carreteras empedradas. Se podía recorrer sobre pavimento las más de 2500 millas que hay desde la costa atlántica de Francia hasta el Golfo Pérsico. No volvió a existir en el mundo un sistema comparable hasta 15 siglos después de la caída del imperio. Un gran número de los puentes de ese sistema eran en madera, levantados sobre caballetes; uno de éstos lo describe muy bien Julio César en sus *Comentarios*. Sin embargo, los puentes, viaductos y acueductos romanos que han resistido la prueba del tiempo hasta nuestros días han sido del tipo hecho a base de arcos de medio punto en piedra. Algunos de esos puentes se mantienen en servicio.

Durante la Edad Media y el Renacimiento la transportación dependió mucho de los ríos y los canales de navegación. No fue hasta el siglo 18 que se volvió a pavimentar carreteras en Europa, aunque se había vuelto a construir puentes de envergadura, como el de Londres y el de Avignon, para el siglo 12.

En la década del 1840, ocurrieron varios desarrollos de importancia en las estructuras de los puentes. Roebling levantó en Pittsburgh el primer puente de suspensión por cables. Luego surgió la armadura de hierro, la cual se popularizó, especialmente en Estados

Unidos, en varias formas patentizadas. En Inglaterra se construyó el primer puente de vigas de hierro, y en Francia el primer puente de hormigón armado.

CAMINOS, CARRETERAS Y PUENTES EN PUERTO RICO ENTRE 1506 Y 1898

LOS PRIMEROS CAMINOS Y PUENTES DE LA ISLA

El ingeniero e historiador Aurelio Tio[2] describe un antiguo camino carretero del siglo 16, llamado "Camino de Puerto Rico", que unía a la antigua villa de San Germán, ubicada entonces en la desembocadura del río Añasco, con Caparra y la Hacienda Real del Toa. Este camino seguía el curso del mencionado río hasta San Sebastián y de ahí a Lares, Arecibo y Caparra. De la misma época era el camino que unía al "pueblo viejo" de Caparra con la nueva ubicación de la capital en la Isleta de San Juan.

El Puente San Antonio [3]

Aparte de los puentes primitivos, ya fueran taínos o de los primeros conquistadores, el primer puente de envergadura que se construyó en la isla fue el puente San Antonio, entre San Juan y Miramar. La estructura más antigua de ese puente se hizo entre 1519 y 1521 al mudarse la capital de Caparra a la Isleta de San Juan.

Este puente comenzó como una calzada en pedraplén para cuya construcción se utilizó la mano de obra de indios encomendados. La calzada dejaba un paso para el agua, sobre el cual había un puentecillo en madera. Desde que en 1558 se pasó

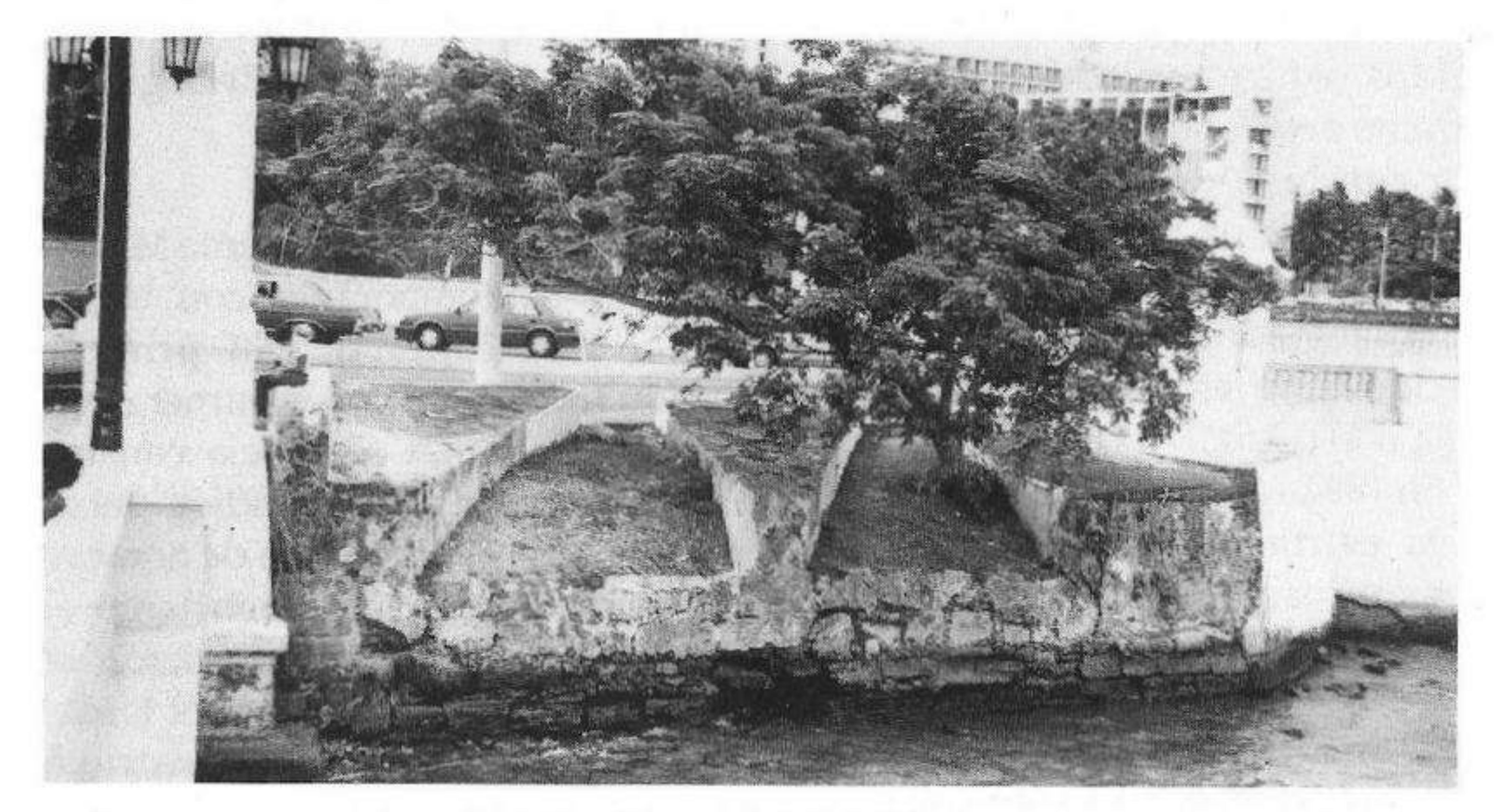


FOTO 5: Restos de la fortificación que defendió el extremo norte del Puente San Antonio (Núm. 86).

sobre éste un canal para suplir agua a un depósito ubicado en Puerta de Tierra desde un manantial en Miramar, se le conoció también por Puente del Agua.

Contra esta estratégica estructura, defendida por el oficial de milicias Bernabé de Seralta, se estrellaron los esfuerzos del inglés Conde de Cumberland por tomar a Puerto Rico en 1598. Al reconstruirse tras los daños sufridos, se hizo en piedra excepto por un tramo desmontable en madera. Esa labor concluyó en 1608. En 1660 se terminó todo en piedra. En esta versión, el extremo correspondiente a la isleta estaba integrado al Fortín San Antonio, parecido al San Jerónimo pero de menor escala (FOTO 5).

En 1894 se levantó en su lugar una nueva estructura, diseñada por el ingeniero Joaquín Gisbert en 1888. Este puente, erigido por el ingeniero Enrique Bartrina, tenía tramos de acceso de arcos de fábrica y al centro cuatro tramos metálicos sobre pilas de piedra que totalizaban 55.5 metros de longitud. Uno de los tramos de hierro era desmontable para permitir una mejor defensa de la capital y la bahía en caso de ataque militar. El fortín, sin embargo, fue eliminado en 1897, aunque todavía quedan troneras y una garita junto al estribo norte del puente actual. Este último data del 1927; sustituyó al de Gisbert y Bartrina debido a lo inadecuada que resultaba la anchura de siete metros del puente del siglo 19 para el tráfico del siglo 20.

El Puente Martín Peña [4]

La construcción del Puente Martín Peña fue contemporánea con la del Puente San Antonio. Su primera versión fue un pedraplén sumergible, cuya construcción se asocia con los padres Jerónimos, con indios encomendados y con un colono de nombre Juan Martín Peña, de quien tanto el puente como el caño adquirieron el nombre que llevan hoy. Más tarde, sobre la calzada de piedra se construyó un puente en madera. Tras las consabidas frecuentes reconstrucciones y reparaciones que requieren los puentes de madera en nuestro clima, en 1784 se le construyó en fábrica según diseño de Juan Francisco Mestre.

Este puente fue escenario de la defensa heroica de los milicianos puertorriqueños frente a la más formidable, numerosa y bien equipada invasión de los ingleses, la del 1797 al mando del General Ralph Abercromby y del Almirante Harvey. Los ingleses intentaron destruir el puente para evitar que los milicianos que se dirigían a marchas forzadas desde diferentes pueblos del interior de la isla se sumaran a la defensa de San Juan. Lograron su propósito pero a un precio elevadísimo en términos de bajas, ya que los isleños opusieron fiera resistencia, muriendo varios de ellos y distinguiéndose otros por su bravura y heroísmo. En esa batalla, en que el soldado puertorriqueño "se echó el pantalón largo", murió el sargento criollo José Díaz. Desde entonces nuestra tradición incluye en sus páginas la siguiente copla:

**En el Puente Martín Peña
mataron a Pepe Díaz,
que era el hombre más valiente
que el rey de España tenía.**

Sobre las bases de piedra que dejaron los frustrados invasores se construyó un puente provisional en madera que se estuvo usando hasta 1846, cuando se inauguró un nuevo y majestuoso puente de fábrica diseñado por el ingeniero Santiago Cortijo. Ese

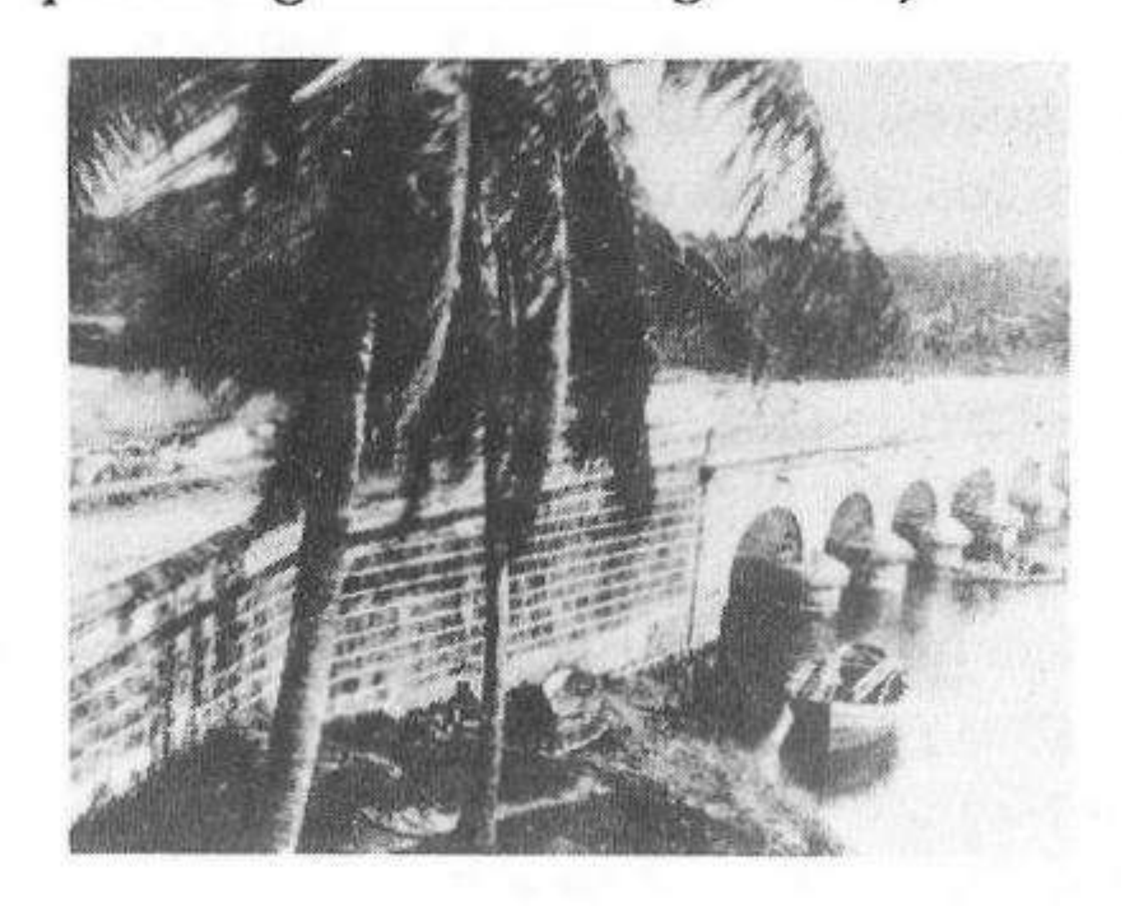


***FOTO 6: Puente de Martín Peña, versión "La Aurora", del 1846.* O.G., c.1880.**

puente de 220 pies de longitud, costeado por medio de un pontazgo que se venía cobrando desde 1818 en el puente provisional, estaba formado por nueve arcos elípticos de 0.7 metros de espesor y 5.5 metros de longitud; su ancho de rodaje era de unos seis metros. El gobernador Rafael Arístegui, Conde de Mirasol, dispuso que el nuevo puente se llamara "La Aurora", pero el pueblo mantuvo vivo el nombre del legendario constructor del pedraplén original. Dicho puente tuvo que ser reparado sustancialmente tras el temblor de tierra de 1857, siendo para entonces parte de la Carretera Central. Tulio Larrinaga, ingeniero civil que llegó a ser Comisionado Residente en Washington por el Partido Unionista del 1905 al 1911, le hizo una reparación de envergadura en 1894-95, desviándose para ello el tráfico por sobre el puente del tren.

Cuando en 1929 se planteaba sustituirlo, ya que apenas se podían cruzar dos camiones en su escasa anchura, algunos pidieron que se usara la misma piedra de sillería de sus arcos y muros frontales para la cara del puente que lo vendría a reemplazar, pero no se les hizo caso.

LA TRANSPORTACION TERRESTRE HASTA 1872

En los primeros doscientos cincuenta años de nuestra historia, con una escasa población distribuída entre dos "centros urbanos" de San Juan y San Germán y una veintena de villorrios, más las estancias, haciendas y hatos, las comunicaciones por tierra se realizaban mayormente por veredas y caminos de herradura. Más importante era entonces la transportación por barcazas a lo largo de los tramos navegables de algunos ríos y por veleros que circunnavegaban la isla, entrando a las principales bahías y a algunas de las desembocaduras de los ríos.

En 1765 Alejandro O'Reilly recomendaba la construcción de nuevos caminos y la mejora de los existentes.

Los caminos reales hechos después de su recomendación debieron ser más amplios que los anteriores y dotados de puentes (generalmente de madera) en aquellos cruces de ríos y quebradas que no pudieran ser vadeados fácilmente. Algunos ríos de mayor envergadura se cruzaban en ancones.

La dispersión poblacional era tal que el gobierno y la iglesia se quejaban del poco control que podían ejercer por las distancias y falta de caminos adecuados entre los poblados. Sin embargo, en sólo 35 años a partir de 1765, en una economía impulsada por cambios en la política colonial española, el desarrollo de la exportación cafetalera y la caída de la producción haitiana de ese producto, se fundaron más pueblos que en los dos siglos y medio anteriores. Como consecuencia de las necesidades de comunicación de esas poblaciones con los puertos de las costas y entre sí mismas, se comenzó a abrir cicatrices comunicativas en las montañas y bosques y se ensancharon antiguas veredas y caminos de herradura para permitir el paso de carretones de bueyes.

Al iniciarse el siglo 19, la población había llegado a 155,000 habitantes y continuaba creciendo con ritmo ascendente. El café, la caña y el tabaco, así como los plátanos, el arroz y el maíz, se estaban extendiendo desde los valles costeros hacia la medianía y los valles del interior. El aumento poblacional se mantendría a un ritmo de 90,000 habitantes por década hasta culminar dicho siglo con casi un millón de seres humanos.

Esa población en constante crecimiento y la producción y comercio que su dinamismo generaba demandaban más y mejores caminos. Toda la primera parte de ese siglo es un continuo lamento de los gobernadores y de los vecinos por el mal estado de los caminos existentes y por la ausencia de verdaderas vías terrestres para el transporte de mercancías y personas. El Gobernador Aróstegui escribía a principios de la década de 1820: "Me he convencido de que no hay camino en toda la isla al que pueda dársele ese nombre. En tiempo de agua todos son intransitables".

La década de 1830-1840 fue un decenio de enorme progreso poblacional, económico e institucional. En la década anterior el Gobernador Miguel de la Torre había dado los primeros pasos concretos para iniciar un sistema de caminos que incluiría una carretera sólida de San Juan a Río Piedras y un canal de navegación entre las lagunas de Cangrejos, San José y Piñones, más los ancones necesarios en los pasos y bocas de río más importantes de la isla.[5] El Gobernador López Baños, en decreto del 26 de febrero de 1838 "para evitar la vagancia y estimular el progreso", obligaba a los jornaleros a trabajar en la construcción de caminos en sus respectivos municipios ya que la falta de brazos era una de las mayores dificultades que impedían su realización.

Hasta 1842 la construcción de caminos se había venido haciendo por iniciativa de los municipios y de los

hacendados, estimulados por el gobierno central. En ese año el Gobernador Méndez Vigo instaló en San Juan la Comisión Directiva de Caminos y Canales. Consiguió que el gobierno español creara un fondo para la construcción de caminos en la isla y autorizó un sorteo de lotería para alimentar dicho fondo. Dio instrucciones para la construcción de un puente de fábrica sobre el río Culebrinas, un camino de Tallaboa a Ponce, otro de Lares a Arecibo, y otro de Arecibo a Utuado. [6]

El sustituto de Méndez Vigo, Rafael de Arístegui, descentralizaba la construcción de las vías de comunicación creando sendas comisiones de caminos en las cabeceras de los departamentos o distritos. Su sucesor inmediato, el General Prim, promulgó un decreto (1847) imponiendo arbitrios a la industria pecuaria y a las cartas y pasaportes para transitar por la Isla para dedicar su importe a la construcción de caminos. Hizo construir un camino carretero de Cangrejos a Cataño y de este último punto a Vega Baja.

Esos esfuerzos de comunicar por caminos carreteros a los principales núcleos poblacionales del país continuarían bajo el siguiente incumbente, Juan de la Pezuela, quien supervisó la construcción de caminos entre Caguas y Guayama; entre Mayagüez y San Germán; y entre Cataño y Bayamón. El primero de estos proyectos fue ejecutado por el ingeniero militar Don Manuel Soriano y el arquitecto Juan Pablo Roselló.

Al comenzar la segunda mitad de la centuria con una población que rondaba el medio millón y una economía en franco crecimiento a pesar de sus altas y bajas, el nuevo gobernador, Fernando de Norzagaray, diseñaba un plan completo de carreteras de primer y segundo orden para la isla. Antonio Sánchez Núñez, quien se había venido desempeñando como Ingeniero Director de la Dirección de Obras Públicas desde su fundación en 1854, lo comenzó a poner en ejecución

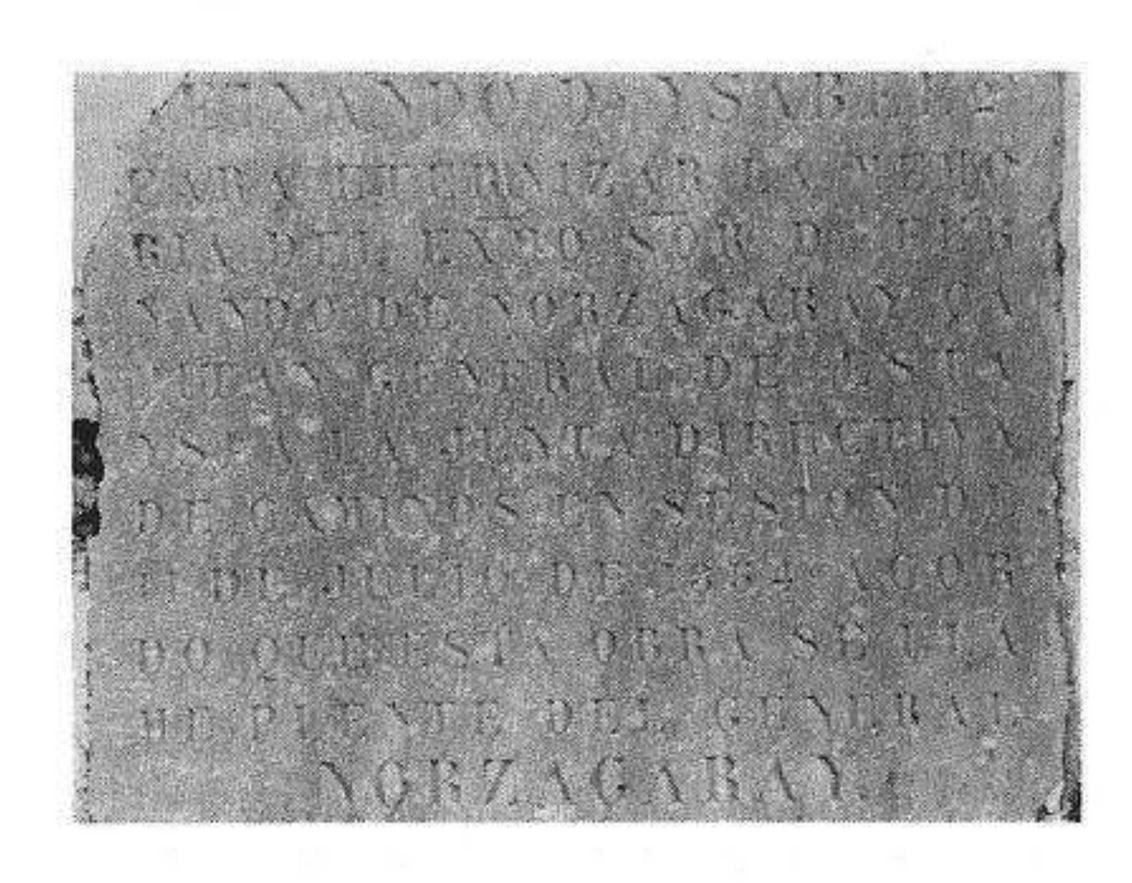


FOTO 7: Placa oficial de la designación del puente sobre la quebrada Frailes (Núm. 4) como "Puente del General Norzagaray".

en 1857. [7] Contemplaba el plan, parcialmente impulsado por temores militares, una carretera que cruzaría la isla de este a oeste por la cordillera y otra que circunvalaría todo el litoral uniendo los pueblos costeros, más vías secundarias que eventualmente unirían a estos últimos con los del interior.

Parece ser que durante el decenio de 1850-1860 se desplegó gran actividad en la construcción de caminos

municipales por toda la isla. En 1857 se terminó la carretera pavimentada de primer orden de San Juan a Caguas. El 23 de marzo de 1858 el gobernador Cotoner dejaba constancia escrita de su satisfacción por haber podido hacer el viaje de inspección anual de Rincón a Mayagüez en coche en vez de a caballo.[8] En 1860 se comenzó con el afirmado del camino vecinal entre Ponce y Juana Díaz. Para mejorar la comunicación de los pueblos costeros del norte con San Juan a través de Bayamón y el puerto de Cataño se dispuso la construcción del Puente de la Verna entre Bayamón y Cataño para sustituir a un maltrecho puente de madera del 1853.

Según María Asunción García Ochoa, [9] para el año 1861 "... las carreteras de nuestro país formaban un verdadero sistema de comunicación con vías de primera y segunda clase." Esa afirmación parece dudosa o por lo menos exagerada cuando leemos las múltiples quejas de vecinos y editores de revistas sobre el "horroroso estado" de los caminos en las últimas décadas del siglo pasado que aparecen en la voluminosa y detallada *Historia de Puerto Rico* de Lidio Cruz Monclova. Es posible que ambas versiones tengan base: por un lado se construían puentes y se mejoraban caminos y por el otro las lluvias torrenciales de mayo a noviembre les abrían zanjones a los caminos que dificultaban el paso de coches y carretones y ocasionalmente causaban derrumbes que los tornaban impasables.

La pavimentación de las carreteras de primer orden se hacía siguiendo el casi universal método macádam. En el caso de las carreteras secundarias el afirmado, cuando lo había, no era tan riguroso. La tecnología y los equipos de construcción de la época eran bastante primitivos. Según Angel de Barrios Román, "la piedra y cascajo, se aprisionaba (*sic*) por un rodillo que pesa 3,000 kilogramos y era presumiblemente arrastrado por una yunta de bueyes." [10] El cascajo requerido se obtenía triturando roca a marronazos, una labor tediosa y pesada que por ser muy rehuída se le encargaba frecuentemente a confinados sentenciados a trabajo forzado. [11] Bajo estas circunstancias, se podía construír anualmente en la isla muy pocos los kilómetros de carretera pavimentada. Para 1872 había sólo 48 kilómetros de pavimento. [12]

1872-1898

En 1872 el gobernador de la Torre consiguió que el Ministerio de Ultramar español le diera un impulso a la construcción de carreteras pavimentadas en la isla mediante asignaciones de fondos y confinados de las demás colonias españolas. Este mismo ministerio tenía que estudiar y aprobar los proyectos, que costaban entre 7,285 y 23,207 pesos por kilómetro de carretera. [13] Los resultados comenzaron a verse para el 1874 en la Carretera Central y el proyecto del Puente Reyes Católicos.

La mano de obra para los caminos, puentes y carreteras provenía de confinados, obreros libres y vagos

convictos. El pago mínimo para los obreros libres era de 37 centavos al día, aunque en ocasiones de gran escasez de mano de obra se llegó a ofrecer más de un peso; a los vagos convictos se les pagaba la mitad que a los obreros libres. Aunque los hacendados vecinos y los alcaldes también cooperaban enviando trabajadores, las obras generalmente se atrasaban por insuficiencia de mano de obra. Como remedio, en 1879 se importaron dos máquinas trituradoras capaces de producir hasta 70 metros cúbicos de cascajo al día.

De 1875 a 1896 había dos niveles en la administración de las obras públicas. Existieron la Jefatura de Obras Públicas, administrada directamente por el Estado español, y Obras Públicas Provinciales, bajo la responsabilidad de la Diputación Provincial de Puerto Rico, un cuerpo asesor del gobernador sin funciones legislativas.[14] La primera se encargaba de las carreteras de primer orden [15] y la segunda de las secundarias. En 1888 ya había en la isla 176 kilómetros de carretera bajo la Jefatura de Obras Públicas y 28 kilómetros bajo la Diputación Provincial. De 1896 a 1898 se sucedieron varios cambios organizativos debido a las reformas de Cánovas y al régimen autonómico.

Para la fecha de la invasión estadounidense Puerto Rico contaba con 267.4 kilómetros de carreteras pavimentadas de primer orden en condiciones de uso, aunque algunos trozos todavía no se habían abierto al público. [16] La Tabla 1, ubicada en la página siguiente, presenta los diversos tramos.

Los más importantes caminos carreteros municipales y provinciales que estaban en uso en 1898 eran: Humacao a Fajardo, 25 kms; Humacao a Yabucoa, 15 kms; y Puente Pezuela (San Germán) a Ponce, 83 kms. [17] También había caminos de Añasco a Rincón, de Aguada a Aguadilla, de Quebradillas a Isabela, de San Germán a Cabo Rojo, de Ponce a Santa Isabel y de Vega Alta a Vega Baja, entre otros. Entre carreteras pavimentadas y caminos carreteros, sin contar los ferroviarios, se dice que había en uso en la isla 49 puentes de más de 10 metros de longitud en metal o fábrica para 1898.

La Carretera Central

El plan general del 1857 mencionado anteriormente se modificó luego para incluir una carretera de primer orden de San Juan a Ponce, pasando por Caguas, Cayey, Aibonito y Coamo, terminando en la Playa de Ponce. Con todos sus puentes llamados a ser de hierro o fábrica, esta carretera sería la arteria principal de la isla, con varios puntos designados para la muda de caballos y pernoctándose en Coamo para llegar al otro día a Ponce. Estaría unida a los pueblos periféricos por carreteras secundarias, y recibió la principal prioridad por considerarse la de mayor urgencia ya que el litoral tenía mejores caminos carreteros y estaba servido por líneas de barcos costeros.

TABLA 1:

CARRETERAS PAVIMENTADAS EXISTENTES EN 1898 [18]

Carretera	Tramo en uso	Longitud (Kms.)	Tramo en Construcción	Longitud (Kms.)
San Juan-Ponce	San Juan-Ponce	134		
Cataño-Mayagüez	Cataño-Reyes Católicos	20	Reyes Católicos-Vega Alta	4
	Mayagüez-Río Añasco	9		
Mayagüez-Ponce	Mayagüez-San German	14		
Cayey-Arroyo	Cayey-Guayama	26	Guayama-Arroyo	7
Caguas-Humacao			Caguas-San Lorenzo	2.5
			San Lorenzo-Las Piedras	12
Arecibo-Ponce	Ponce-Magueyes	15	Magueyes-Adjuntas	2.3
	Utuado-Arecibo	4	Utuado-Arecibo	6.7
Río Piedras-Fajardo	Río Piedras-Río Grande	25	Río Grande-Luquillo	6.7
Aguadilla-Lares	Moca-San Sebastián	4	Moca-San Sebastián	3.5
Bayamón-Carretera Central			Bayamón-Comerío	4.6
Bayamón-Barros (Orocovis)	Reyes Católicos-Toa Alta	3	Toa Alta-Corozal	3.2
Manatí-Juana Díaz			Manatí-Ciales	4.6

La carretera de San Juan a Caguas

En 1846, conjuntamente con la conclusión del puente de fábrica sobre el Caño Martín Peña, se dio inicio a la construcción de la carretera macadamizada de 41 kilómetros entre San Juan y Caguas por Río Piedras, trazada por el Coronel de Ingenieros Diego Gálvez. Su ejecución estuvo primero bajo el Coronel Tulio O'Neill y luego bajo el Comandante Santiago Cortijo. En 1853 se sembraron 250 árboles a lo largo del tramo ya terminado entre San Juan y Río Piedras. [19]

A medida que la construcción de la carretera avanzaba por los valles y lomeríos de Río Piedras a Caguas se iban construyendo los puentes necesarios. El puente sobre el río Piedras, a la salida de Río Piedras a Caguas, se terminó en 1853. Le siguieron el puente sobre la quebrada Los Frailes, terminado en 1855, y el Pontón de la Concepción sobre el río Cañas en 1856. Estas tres estructuras aún se mantienen en uso.

La carretera entre San Juan y Caguas pasó a ser un tramo de la Carretera Central de San Juan a Ponce, y se mantuvo siendo el único tramo por años puesto que no se iniciaron construcciones adicionales hasta 1875.

Primer puente colgante de las Antillas [20]

Cuando el puente de madera sobre el río Caguitas cayó bajo una creciente en 1854, el ingeniero contratista Gustavo Steinacher presentó al gobierno un diseño para un puente colgante a base de cables en ese lugar. El proyecto fue aprobado con algunas modificaciones y su construcción se le encargó al propio Steinacher en 1856 por 18,205 pesos macuquinos. La construcción fue terminada por Enrique Rieder en 1857; tras las pruebas de rigor, se aceptó el puente y se inauguró en 1858. Tenía un sistema de piso en madera que colgaba de "cadenas de mazos de alambre" (*sic*; se describe los cables partiendo del concepto de las *cadenas* porque la construcción de puentes colgantes sostenidos por cadenas de hierro antecedió al uso de cables y era bastante conocida en Europa) sostenidas por columnas de fundición o hierro colado que descansaban sobre pilas de sillería y ladrillo. El puente tenía 7 metros de ancho y la longitud del tramo colgante era de 25 metros. Se le denominó Puente Isabel Segunda y fue la atracción de la carretera mientras duró en pie.

Siendo éste el primer puente tipo colgante que se eregía en las Antillas, no contaba con la confianza del Ingeniero Jefe, Sánchez Núñez. El primer puente colgante a base de cables había sido terminado por Roebling, el renombrado ingeniero de puentes, hacía apenas una década en Pittsburgh. A Sánchez le preocupaba la durabilidad de esa construcción en nuestras condiciones climatológicas, y le colocó letreros con un edicto que prohibía a los transeúntes detenerse en él, anunciaba multas por cortar pedazos de alambre y decretaba que los carruajes y caballerías deberían de

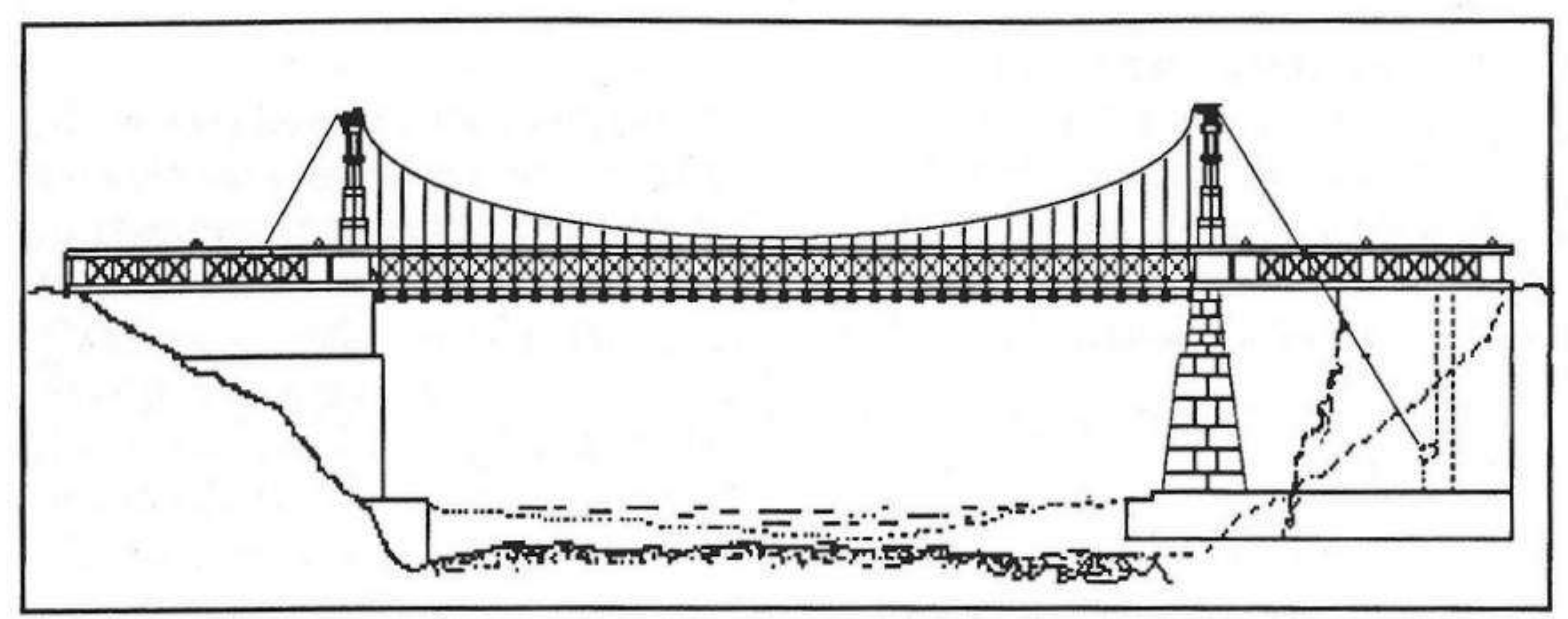


***FIGURA 1:* *Reproducción de un plano parcial del puente colgante de cables* Isabel 2da, *mostrando los daños sufridos por una creciente de 1861.* R.O.P.**

cruzarlo "al paso". Cuando en 1861 una creciente socavó parcialmente un estribo del puente, se desarmó la superestructura para repararlo y ésta nunca fue repuesta. El puente provisional de madera que se había levantado para el período de reparación se siguió usando hasta que en 1868 se hizo una colecta en Caguas para levantar otro puente. Al nuevo puente, un tramo en armazón de hierro, se le llamó Puente Las Damas, puesto que habían sido las damas cagüeñas quienes más habían aportado a la suscripción de fondos.

Los tramos del sur

Desde 1831 existía un camino afirmado desde Ponce hasta su puerto, ubicado en el Barrio Playa con un puente en madera sobre el río Portugués.[21] En 1842 se proyectó un puente colgante con estribos de piedra, pero éste no se llegó a realizar. No fue hasta 1876 que se erigió un puente de hierro en ese lugar. Esta carretera pasó a ser parte de la Carretera Central en 1880.[22]

Desde mucho antes del 1842 existía un camino vecinal que unía a Ponce, Juana Díaz y Coamo. En 1858 el municipio de Coamo comisionó al Ing. Timoteo Luberza para que realizara el trazado de un camino afirmado de Juana Díaz a Coamo. En 1861 se había concluído ya un trozo, pero en 1875, cuando la Jefatura de Obras Públicas tomó a su cargo esta carretera como parte de la Carretera Central, aún faltaban partes por afirmar así como algunas obras de fábrica.[23]

En 1860 el gobierno, a petición de Ponce y Juana Díaz, comisionó al ingeniero Niceto Blajot el trazado de un camino afirmado entre ambas ciudades. Ambos municipios fueron realizando poco a poco las obras bajo su jurisdicción. En 1880 el estado también se hizo cargo de esta carretera, integrándola a la Carretera Central. Como resultado se reconstruyeron algunas partes y se levantaron tres casillas de caminero. Sin embargo, los puentes sobre sus ríos principales

(Portugués, Bucaná, Inabón, Jacaguas y Guayo) continuaron siendo estructuras provisionales hasta después del fin del régimen español debido a que ese gobierno contemplaba la eventual desviación de sus cauces. [24]

Los tramos de la Cordillera

El tramo de Caguas a Cayey, trazado por el ingeniero López Bayo, fue el primero que se hizo bajo la Jefatura de Obras Públicas directamente para la Carretera Central. Su construcción estuvo a cargo de los ingenieros Raimundo Camprubí y Enrique Gadea Giráldez. Se inició en 1875 y se concluyó en 1881, excepto por el magnífico puente del río Plata, aún en uso, que se concluyó en 1893. La escasez de brazos llegó a ser tan extrema que se llegó a pagar hasta 1.25 pesos diarios por machacar piedra, y se acabó adquiriendo una máquina trituradora para poder terminar el trabajo. [25]

El tramo de Aibonito a Coamo fue trazado por el Ing. Luberza en 1861, junto con el de Coamo a Juana Díaz. El Ing. Camprubí inició su construcción en 1874. En 1878 éste tuvo que rediseñar algunos trozos, produciéndose un trazado final que recorre los 7.5 kilómetros de la Cuesta del Asomante con una diferencia en elevación de 557 metros y sin nunca sobrepasar una pendiente de 5%. El tramo se concluyó en 1881.

El tramo de Cayey a Aibonito, trazado por el Ing. López Bayo, se inició en 1879 y se concluyó en 1886, excepto por los puentes sobre las quebradas Honda y Toíta. Este tramo fue el último y el más costoso de la carretera, habiendo llegado a costar el doble de su presupuesto original. Tanto en este tramo como en el anterior se recurrió a reducir la anchura de la carretera de 6.5 a 6.0 metros para reducir su costo.

Para el 1886 la Carretera Central, con 134 kilómetros, 33 casillas de caminero y 13 puentes permanentes era un monumento a la ingeniería hispano-puertorriqueña.



FOTO 8: Placa en la clave del puente sobre el río las Minas de la Carretera Central entre Coamo y Aibonito. Esta proclama la reconstrucción del arco por el cuerpo de ingenieros del ejército invasor. Había sido dinamitado por el ejército español para cubrir su retirada.

Otras carreteras y puentes principales

En 1881 ocurrieron varios eventos en beneficio de la transportación y las comunicaciones entre San Juan y el oeste de la isla: [26] se inició la construcción de la carretera de primer orden de Cataño a Mayagüez con el afirmado y construcción de los tramos Cataño-Bayamón y Mayagüez-Puente Tetuán; se concluyó el Puente Reyes Católicos sobre el río Plata entre Dorado y Toa Alta; y se estableció la Línea Férrea del Oeste desde San Juan hasta Bayamón.

El trozo de carretera Cataño-Bayamón, de 7 kilómetros de longitud, siguió el trazado del antiguo camino existente, aprovechando el Puente del Marqués de la Verna, un arco de hierro forjado de 1869. Este puente, el primer tramo enteramente metálico construído en la isla, vino 90 años después de la erección del primer puente de hierro del mundo. El tramo de hierro se trajo desde Francia y lo instaló Isidoro Abarca, fundador de la Fundición Abarca. [27]

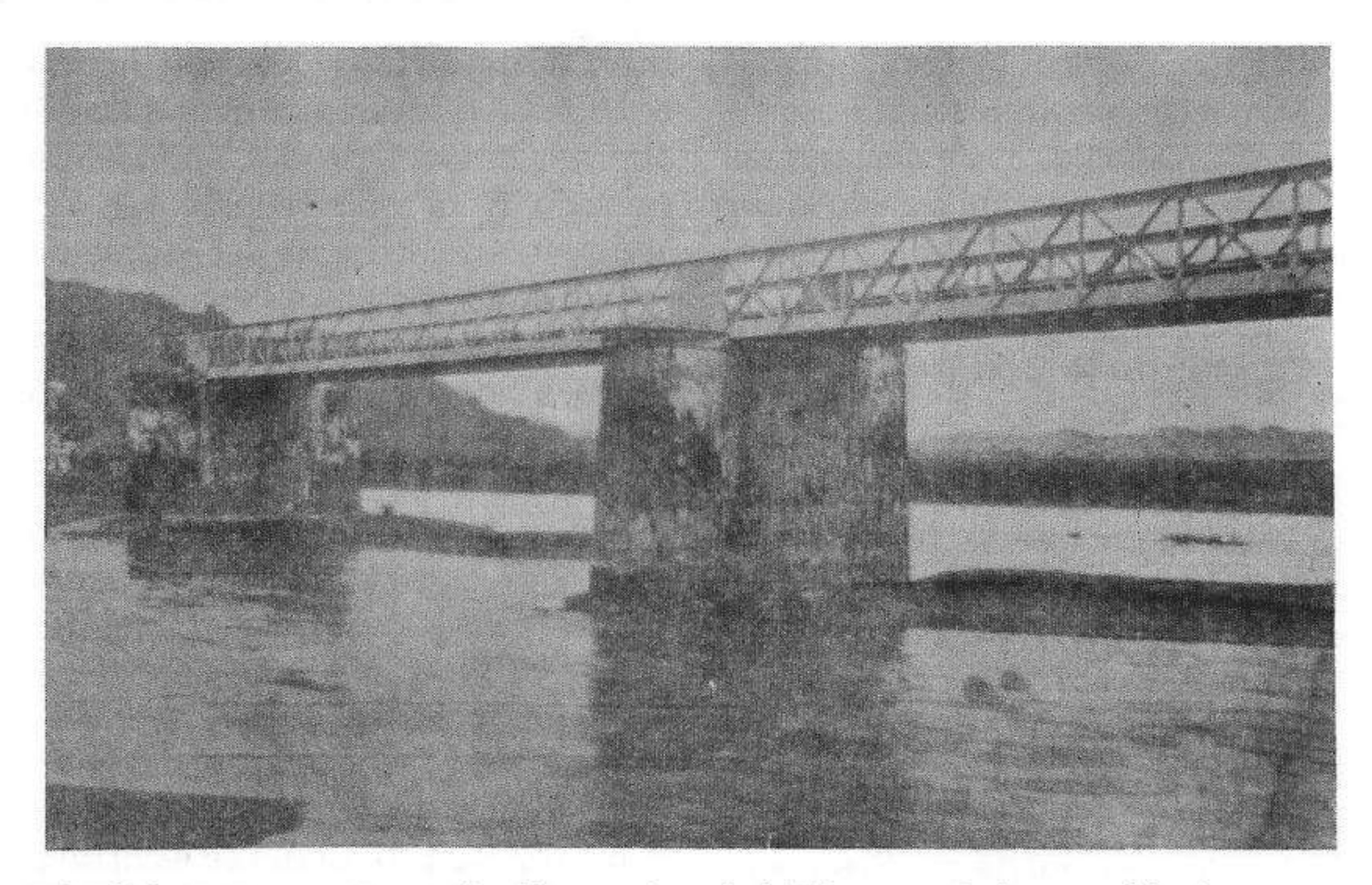


FOTO 9: El Puente Reyes Católicos sobre el río Plata tras la destrucción de su tramo occidental (al fondo) por el Huracán San Ciriaco. **O.G. c.1900.**

El tramo de primer orden de 13 kilómetros entre Bayamón y el Puente Reyes Católicos se construyó entre 1883 y 1886 a un costo de 79,760 pesos. La Línea Férrea del Oeste, propiedad de Alfonso Valdés, tendió sus vías entre ambas poblaciones a lo largo del borde de esa carretera y sobre el Puente de la Verna. El ferrocarril recibió permiso en 1881 para usar el puente tras reforzarse el tablero entre dos de sus

arcos.[28] El "tren de Valdés" incluía un pequeño barco a vapor que llevaba los vagones desde su terminal en Cataño hasta un pequeño sistema ferroviario ubicado en la zona portuaria de San Juan. El transbordador estaba equipado con ferrovías para que los vagones subieran y bajaran rodando, de forma parecida a los barcos furgoneros modernos.[29]

El Puente de los Reyes Católicos, perteneciente a la carretera de Bayamón a Vega Alta, fue el puente metálico más largo del período colonial español en Puerto Rico. Tenía tres tramos continuos de hierro, de 33 metros cada uno, fabricados por la *Cía. Participation Belgue.* La construcción, compleja por necesitar de pilastras en medio de la corriente del caudaloso río, se inició en 1874. La complicó el ciclón de San Felipe en 1877 y no se completó hasta 1881. Su costo total fue de 152,119 pesos. En 1892 se sustituyó parte del terraplén que sostenía la carretera de acceso sobre el nivel del cauce de crecientes por una calzada interrumpida por bóvedas de diversas formas y tamaños que dejaran pasar la corriente en casos de crecientes en vez de desviarla de nuevo hacia el cauce principal y el puente. Estas obras se llamaron *de defensa al puente metálico*, y su costo montó a 11,571.75 pesos. Aún quedan ruinas de parte de esas obras, incluyendo al llamado Puente 1600. A pesar de estas provisiones, un tramo del puente cayó abatido por el Huracán de San Ciriaco en 1899. La corriente socavó el estribo oeste y derribó el tramo metálico que se apoyaba en éste. Los dos tramos de hierro que sobrevivieron al desastre se trasladaron en 1908 a otros puntos: uno se colocó sobre el río Camuy entre Camuy y Hatillo y el otro sobre el río Hondo entre Barranquitas y Comerío, donde aún existe con el número 339.

El tramo Mayagüez-Añasco siguió el camino trazado por el Capitán de Ingeniería José Tejada anterior al 1857. En 1862 el estado se hizo cargo de los cinco kilómetros de camino ya construídos y completó el recorrido hasta el Puente Duque de Tetuán sobre el río Grande de Añasco, así como la pavimentación de los 9 kilómetros totales del tramo.

Para 1862 el Duque de Tetuán era un puente de armazón en madera del llamado sistema Tower.[30] En 1866 se reconstruyó en madera a un costo de 48,128.96 escudos.[31] Más tarde se sustituyó por un puente metálico de vigas de celosía. Esta versión, que cayó destruída por el terremoto del 1918, costó 11,905 pesos. Tras su desaparición, los vehículos estuvieron cruzando el río en ancón hasta que se terminó un puente de madera. Este cayó a su vez en 1926 durante una tormenta tropical; se reconstruyó, y volvió a caer abatido por el Huracán San Felipe en 1928. El ancón volvió en lo que se concluyó otra reconstrucción en madera al año siguiente. Aunque para entonces se llegó a sugerir en el Colegio de Ingeniería de Mayagüez la construcción de un puente colgante para el problemático río, se procedió en 1944 con el puente de armazón de

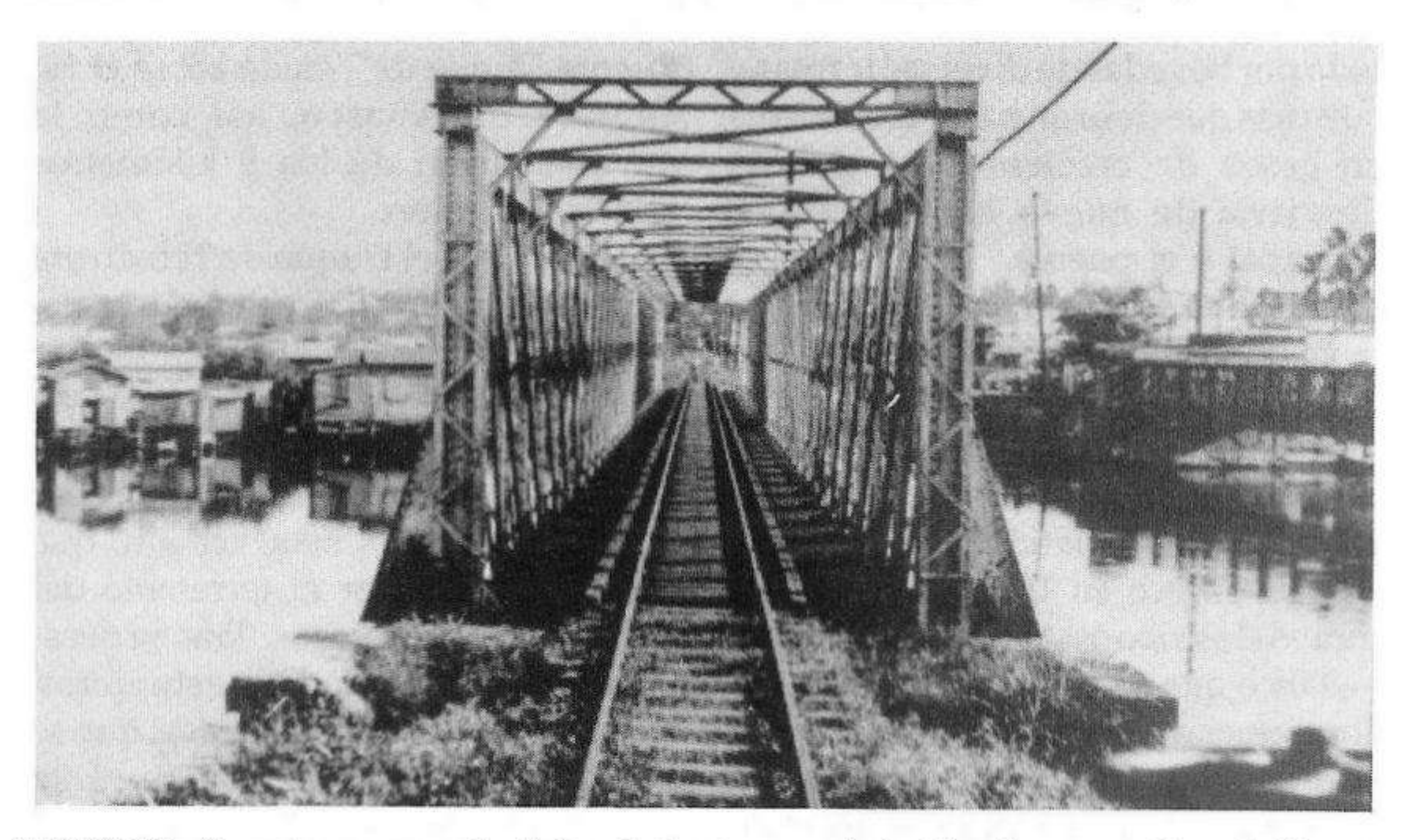


***FOTO 10: Puente en armazón típico de dos tramos de la Cía. Ferrocarrilera de Puerto Rico sobre el Caño de Martín Peña. Su lugar lo ocupa hoy el puente de la Avenida Muñoz Rivera.* J.D. 1946.**

acero, que aún está en pie con el número 65.[32]

En 1880 el estado se hizo cargo de los primeros 14 kilómetros de carretera de Mayagüez a Ponce, que alcanzaban hasta el Puente Pezuela (hoy 73), el límite municipal de San Germán. Los restantes 83 kilómetros hasta Ponce se tenían que recorrer sobre caminos municipales. En el camino afirmado que unía al importante y muy visitado Santuario de Hormigueros con la carretera Mayagüez-San Germán, se construyó en 1878 el Puente Torréns, el único puente de viga de celosía que queda en pie en el oeste de la isla.

La carretera entre Cayey y Arroyo se comenzó a construir en 1887. Sin embargo, su presupuesto original de 813,890 pesos sólo alcanzó para llevarla hasta Guayama para el 1896.[33]

LOS PUENTES DE FERROCARRIL

Como parte del proyecto de circunvalación de la isla por tren, se construyó entre 1889 y 1893 una serie de magníficos y duraderos puentes de armazón rectangular en acero sobre estribos y pilas de sillería. Entre estos puentes, que contaban con tramos de entre 35 y 48 metros, los más notables fueron los ubicados sobre los ríos Bayamón, Plata, Manatí, Arecibo, Culebrinas, Añasco, Yagüez, Yauco y Loco. Entre 1905 y 1908 se concluyó la ruta de Ponce a San Juan con la construcción de puentes tales como los viaductos con caballetes levantados sobre las quebradas de Isabela

y Quebradillas y el gran viaducto de tablero superior ubicado entre los dos túneles del cañón del río Guajataca. De los puentes metálicos de mayor envergadura sólo queda el de Cambalache sobre el río Grande de Arecibo, al cual se le ha asignado hoy el número 2034. Los demás fueron desarmados para revender el acero después de que

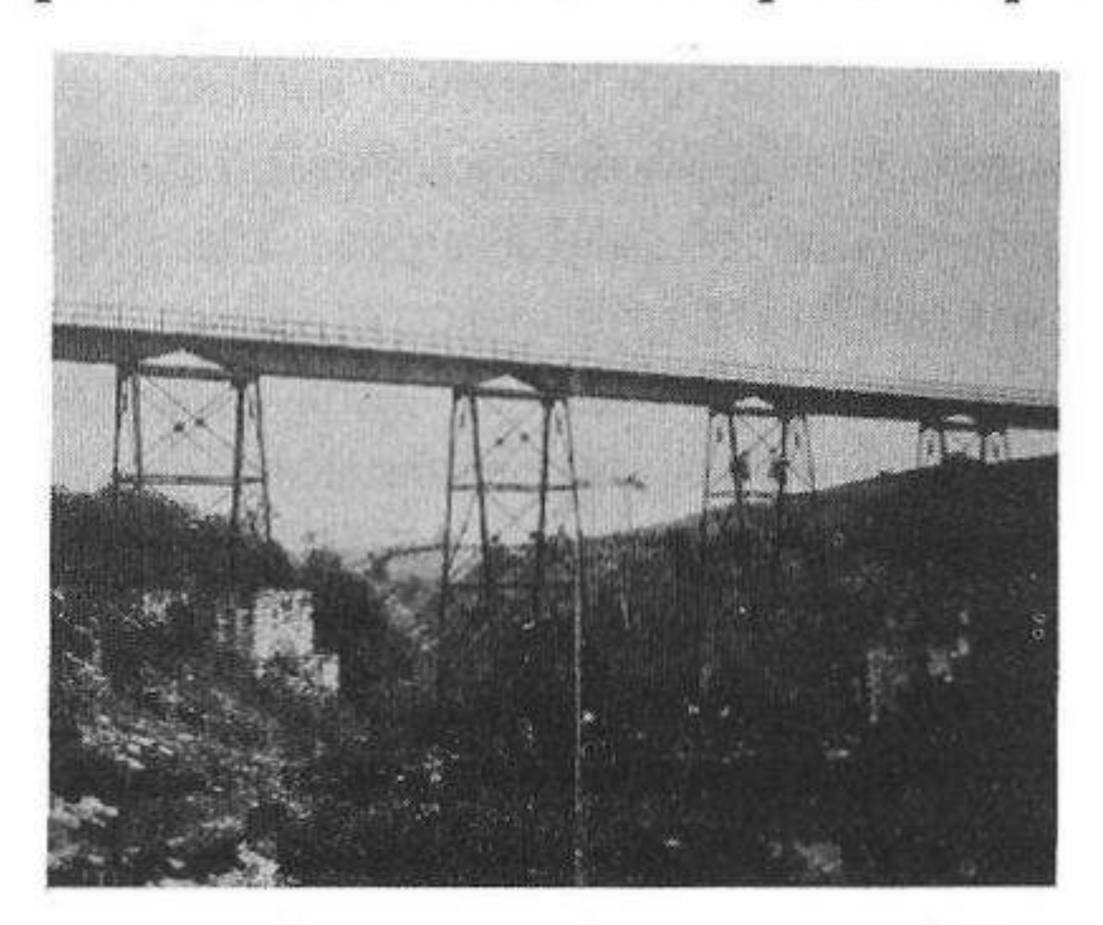


***FOTO 11: Viaducto ferroviario de la American Railroad Co. sobre la quebrada Bellaca de Quebradillas. Esta estructura de caballetes de c.1907 ya no existe.* R.O.P., c.1925.**

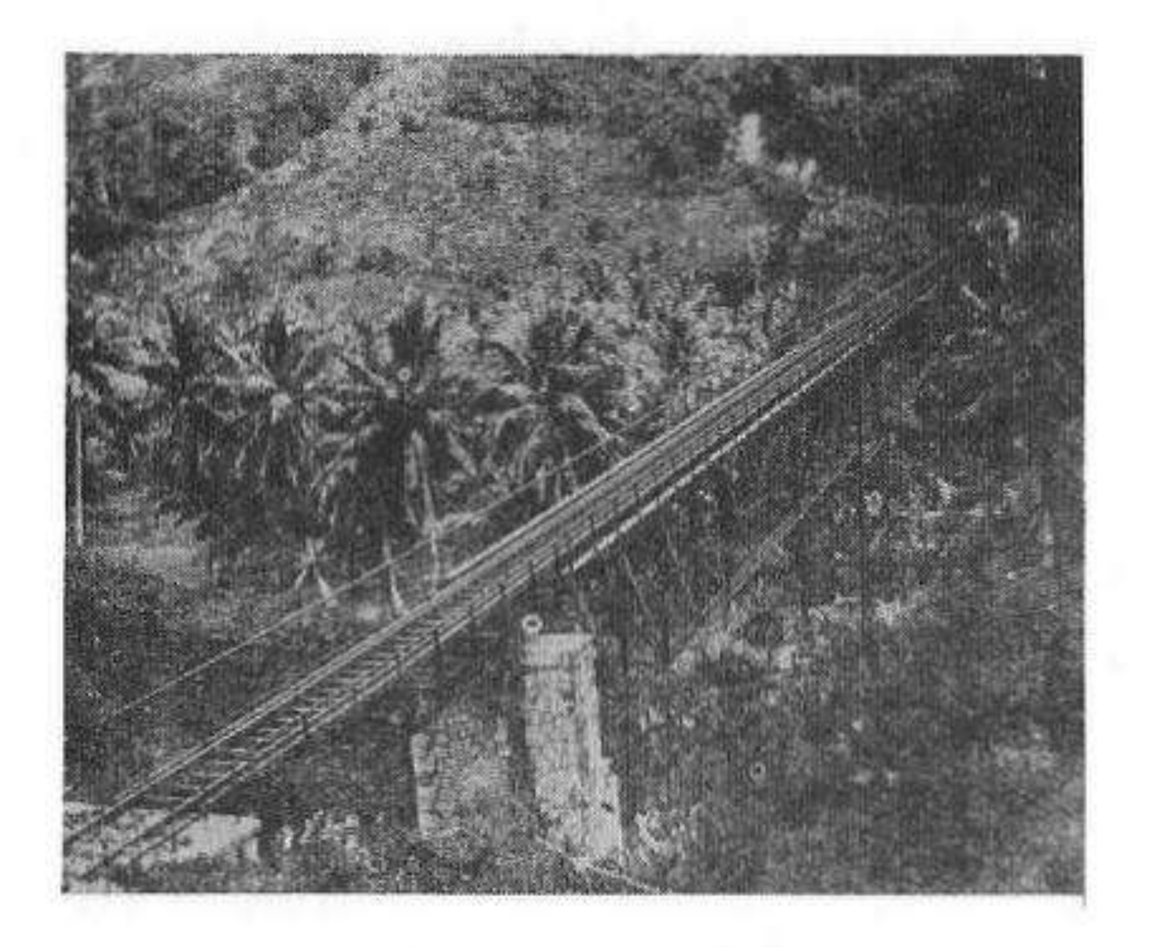


***FOTO 12: Viaducto de Guajataca entre Quebradillas e Isabela. De este gran puente quedan sólo los estribos, pues fue desmantelado para vender el acero tras la quiebra definitiva de la American Railroad Co. en 1957.* R.O.P. c.1925.**

el ferrocarril se fue a la quiebra en el 1957. [34]

El puente de acero sobre la Quebrada La Mala de Quebradillas, contrario a la gran mayoría de los puentes ferroviarios, tuvo que ser reemplazado. Se erigió para ello en 1922 un puente en hormigón de arco con costillar, único en su clase en la isla. Este aún existe y se le denomina con el número 1112.

En el sur de la isla quedan varios puentes sencillos de caballetes en acero y hormigón de c.1907 que pertenecen al *Ponce & Guayama RR*, el tren de la Central Aguirre. De fecha similar era el gran puente de armazón parabólico en acero que estuvo sobre el río Loíza junto a la Central Canóvanas hasta 1990. Este fue construído por *Fajardo Development Co.*, el ferrocarril de la Central Fajardo.

Algunos ingenieros, como Gustavo Steinacher y Tulio Larrinaga, se distinguieron tanto en obras de carreteras como ferroviarias.

CARRETERAS Y PUENTES ENTRE 1899 Y 1945

Inmediatamente después de la invasión norteamericana y hasta el 1900 se sucedieron una serie de cambios organizativos y de personal en los más altos puestos relacionados a la construcción de carreteras. [35]

La mayoría de los primeros puentes construídos en ese período fueron hechos con premura militar, por lo que casi no quedan ejemplares significativos de los mismos. [36] Las más notables excepciones fueron los puentes de la Carretera Central sobre los ríos Jacaguas y Guayo entre Ponce y Juana Díaz. El gobierno militar encargó ambos puentes a la firma de ingenieros y contratistas norteamericana *Keeper & Thecher* en 1899. Para el 1900 se terminaron ambos puentes de arco de hormigón, los primeros de su tipo en la isla. Los arcos de hasta 30 metros de longitud estaban reforzados por dos conjuntos de siete cintas continuas de acero, colocados paralelos al intradós y al extradós respectivamente. Entre las cintas quedaban trozos de bóveda de 2'8" de ancho sin refuerzo alguno. [37] Estos puentes, aunque necesitaron de reparaciones y restricciones de peso, duraron hasta hace casi una década, cuando fueron sustituídos por estructuras más anchas.

Bajo ambos regímenes coloniales, la construcción de obras públicas se había venido haciendo a base de cantidades provenientes de los ingresos gubernamentales del año corriente. Sin embargo, en 1906 se recurrió por primera vez a emitir bonos a pagarse en varios años, asumiendo, correctamente, que las carreteras propiciarían un crecimiento económico y por ende un aumento en los ingresos del gobierno con el cual se podría pagar principal e intereses. El millón de dólares así habido permitió acelerar grandemente la construcción de carreteras y puentes, para lo cual se hizo un nuevo plan vial de acuerdo con las prioridades del nuevo régimen, que respondían a una economía basada primordialmente en el cultivo extensivo e intensivo de la caña de azúcar.

El fruto de la nueva forma de financiamiento se vio pronto. Solamente en el año 1908 se erigieron nueve puentes de acero, casi todos importados desde Estados Unidos. Algunos reponían a puentes derribados por San Ciriaco y otros eran para los nuevos tramos de carretera que se estaban construyendo.

Como parte de la Carretera Número 2, que según el plan del 1906 partía desde San Juan en vez de desde Cataño, se construyó en 1915 el Puente de Báscula, rebautizado en 1952 como Puente de la Constitución. Esta estructura de 92 metros de longitud, hoy desaparecida, fue diseñada por el ingeniero Rafael Nones. Incluía un tramo central en acero con tablero de madera que se podía elevar mecánicamente para permitir el paso de embarcaciones por el Caño Martín Peña, según requerimiento del Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos. [38]

En 1916, cuando la industria automotriz de Estados Unidos empezaba su producción en serie y se veía venir la entrada de Estados Unidos a la Primera Guerra Mundial, la legislatura volvió a autorizar una nueva emisión de bonos; esta vez por dos millones de dólares. La Comisión Económica establecería el orden de preferencia para las obras a construírse de acuerdo

al desarrollo económico, industrial y comercial que más convenía según aquellos que administraban el poder político y económico.

Sin embargo, fue en la década de 1920 a 1930 cuando la construcción de carreteras cobró mayor impulso. Esto se debió a varios factores: la rápida expansión de la industria automotriz; el auge de la caña; la recuperación parcial de la exportación cafetalera; la introducción de nueva maquinaria y técnicas de construcción de carreteras y su efecto de reducción de costos; y la aplicación hacia fines de la década de un nuevo método de pavimentación a base de brea y grava. El año fiscal 1926-27 fue el más productivo en la construcción de carreteras. Para 1929 casi todos los pueblos, grandes y pequeños, estaban comunicados por carreteras asfaltadas. En ese año, Luis Muñoz Marín, escribiendo para el *American Mercury*, señalaba que el auto era un lujo pero que todo puertorriqueño soñaba con poseer uno; por otro lado, comentaba que había más carreteras "para los pies descalzos de los niños puertorriqueños". [39]

En esa época, nuestro más destacado ingeniero de puentes parece haber sido Rafael Nones. El más prolífico contratista fue Félix Benítez Rexach, figura interesantísima y genial que sin título de ingeniero acometió obras de gran envergadura como los muelles de Santo Domingo y el hotel Normandie, hospedería de su propiedad.

La depresión económica del 1929, complicada en Puerto Rico con la devastación sin precedentes del Huracán San Felipe, frenó el impulso que traía la construcción de carreteras. Esa inactividad terminó en la década siguiente cuando el Presidente Roosevelt extendió su Nuevo Trato a la Isla, asignándole 34 millones de dólares a la *Porto Rico Emergency Relief Administration* (PRERA) a ser invertidos en diversas obras. Gran parte de ese dinero fue dedicado a la construcción de puentes, carreteras y caminos rurales. Hasta ese momento el gobierno federal no había asignado



FOTO 13: Placa del Puente de las Cabañas (Núm. 279). Los últimos cuatro que se nombra tuvieron gran relieve en las obras de ingeniería de las primeras décadas del presente siglo.

fondos para obras públicas ni otros menesteres en Puerto Rico, excepto para mitigar el efecto de algún desastre natural.

En los años que precedieron a la entrada de Estados Unidos a la Segunda Guerra Mundial se puso un mayor empeño en ensanchar, arreglar y construir más carreteras. Las vías número dos y tres, y todas aquellas otras carreteras necesarias para la rápida movilización de tropas y equipo militar, recibieron amplia atención económica de parte del gobierno de Washington. Durante la guerra los esfuerzos se concentraron en las rutas de mayor valor estratégico. Las fuerzas armadas de Estados Unidos se incautaron de la operación del ferrocarril y se construyeron varios viaductos para pasos a desnivel en cruces con carreteras principales. [40]

CONCLUSIONES

EL LEGADO DE LA EPOCA ESPAÑOLA

Roma, como potencia colonizadora de la Península Ibérica, dejó su huella civilizadora en todos los aspectos de la sociedad española. Como parte de esa herencia los españoles adquiririeron las destrezas para las construcciones fuertes y masivas de edificios, carreteras, acueductos y puentes. Esa maestría en la construcción la trajo España a América y la dejó a su vez como parte de su legado cultural a América Latina. En Puerto Rico podemos apreciar hoy las magníficas construcciones de fortificaciones, edificios, faros, carreteras, puentes y alcantarillas anteriores al 1898 como elocuentes testigos ante los siglos de la genialidad hispánica en la construcción. De esas obras, dejando a un lado las que se hicieron con propósito defensivo, son los puentes los que nos ofrecen mayores motivos de asombro.

Esos puentes, construídos durante el siglo XIX para el paso de carretas de bueyes y coches tirados por caballos, han resistido por una centuria las inclemencias del tiempo y los fenómenos naturales, y aún así muchos de ellos son capaces de soportar todavía el enorme peso de los modernos camiones de arrastre.

Desde la época colonial española Puerto Rico ha ido entrelazando carreteras insulares de diversos órdenes con carreteras municipales hasta alcanzar hoy un enorme tejido de concreto y asfalto de manera tal que apenas se puede conseguir un área cuadrada de 5 ó 6 millas que no esté bordeada o atravesada por una carretera. La construcción de carreteras en Puerto Rico ha pasado por períodos de variada intensidad dependiendo del auge poblacional, la actividad económica y comercial y la disponibilidad de fondos o crédito. En las últimas décadas, el turismo y la actividad militar han sido factores poderosos en el crecimiento de una de las redes de

carreteras más densas y complejas que país alguno pueda tener.

Muchas personas por ignorancia creen que toda nuestra infraestructura de transportación ha sido obra del siglo 20. En realidad el enorme auge poblacional de este siglo, las crecientes necesidades económicas y comerciales, la importación de vehículos de motor por centenares de miles y la modernización general de la Isla, amén de los adelantos científicos de este siglo y la disponibilidad de crédito y recursos, han acelerado grandemente el proceso de construcción de carreteras. Sin embargo, la base primaria de esa red vial ya estaba trazada a mediados del siglo pasado, y algunas de las carreteras y puentes se habían terminado o iniciado para 1898. De hecho, aproximadamente la cuarta parte de los kilómetros de carretera pavimentada existentes para 1918 se habían hecho "en tiempo de España" a pesar de que para entonces no se emitían bonos para obras públicas. [41] Este estudio nos presenta 22 puentes de carretera anteriores al 1898 que se consideraron como puentes históricos. [42] El conocer a través de esta obra la magnificencia de muchos de ellos y el servicio que la mayoría sigue dando como testimonio de la excelencia de su construcción abrirá los ojos de muchos puertorriqueños.

CONSIDERACIONES HISTORICAS

Este estudio documenta la procedencia de la mayor parte de los puentes metálicos que quedan en pie. Por falta de disponibilidad de ese material en la isla, éstos se importaban en piezas listas para el ensamblaje desde talleres de fundición y laminado ubicados en el extranjero. Antes del 1898 se traían de Francia y Bélgica (en España tampoco había hierro) para ser instalados por contratistas locales. Ya en este siglo se comenzaron a traer desde Estados Unidos para ser ensamblados por compañías de ese mismo país. En los años '30 se importaba el acero en piezas laminadas desde Estados Unidos y éstas se cortaban, preparaban e instalaban localmente, especialmente por la *Porto Rico Iron Works* de Ponce.



FOTO 14: Placa del Puente la Vega (Núm. 513) de Vega Baja, del 1886. Los puentes metálicos de la época española provenían de Francia y Bélgica. Había un ingeniero residente en París que se encargaba de su subasta e inspección.

Esta obra también nos muestra que durante la dominación española muchas vías clasificadas como principales, pero que no se habían pavimentado aún, tenían puentes en los cruces de ríos que más los necesitaban. Varios de estos puentes eran de hierro, y tan bien construídos como los de la Carretera Central. Esta evidencia arqueológica podría contradecir par-

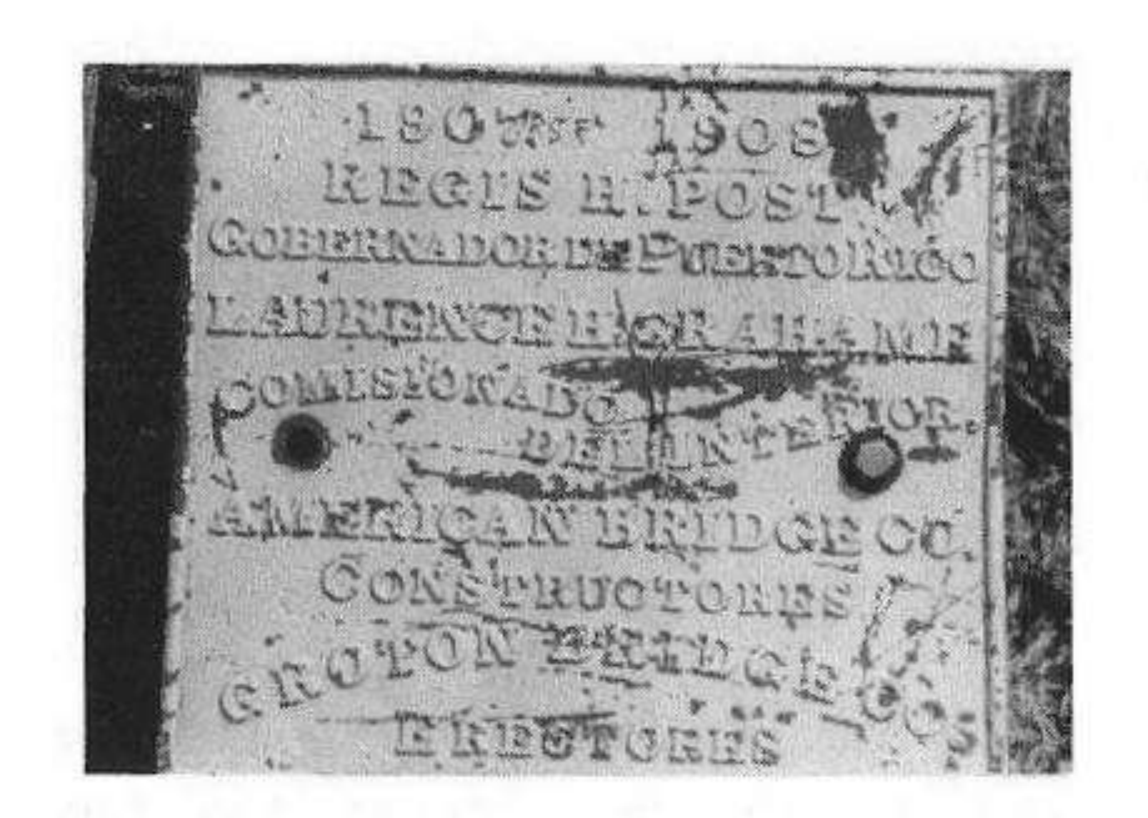


FOTO 15: Placa del puente de la quebrada Higüero de Comerío (Núm. 341). La* American Bridge Co. *era la empresa fabricante de puentes más grande de Estados Unidos y* Groton Bridge *una subsidiaria suya que los eregía en sitio.

cialmente a lo que repite la historiografía de la isla sobre los caminos de esa época, pues un camino *verdaderamente intransitable* no tendría un puente de primer orden. Nos preguntamos sobre lo que podría deducir un historiador del futuro que lea las cartas de los lectores y algunas columnas y artículos de periódicos de nuestra época quejándose del "estado de nuestras vías públicas" basándose en los hoyos de la calle de su casa o de la avenida que lo lleva a su lugar de trabajo. Parece ser cosa de todas las épocas el que una infraestructura pública sea mencionada sólo cuando no cumple las expectativas de ciertas personas por la falla alguna de sus partes, siendo entonces condenada en su totalidad.



***FOTO 16: El ejército invasor marcha de Arroyo a Ponce en 1898 por un camino sin pavimentar, el cual claramente no corresponde a la percepción de "caminos intransitables" de algunos escritos de la época.* O.G.**

Otro dato de relevancia histórica que aflora aquí es el uso casi exclusivo de puentes de hierro vs. puentes de fábrica a partir del 1869. El puente de hierro consume menos mano de obra a cambio de usar un material más caro. El uso tan generalizado de este tipo de estructura se asocia generalmente a países productores de hierro o con un grado de desarrollo tal que hay cierto capital pero donde la mano de obra es relativamente cara y escasa. El hecho de que la estructura económica de la isla en el último cuarto del siglo 19, la época del auge del café, hiciera que ese tipo de puente resultara más económico que el de fábrica[43] podría ser algo para tomarse en cuenta cuando se desee comparar el nivel de nuestros salarios cafetaleros con los de la economía mundial de la época. Merece estudio el compararnos con otros lugares tercermundistas de entonces en cuanto al tipo de puente que se construía.

NOTAS Y REFERENCIAS: INTRODUCCION Y TRASFONDO HISTORICO

1 Nones, R. "Conferencia...", p.40; *Ibid.*,"Proyecto de..."

2 Tio, Aurelio, "Trazado...", pp.81-82.

3 AGPR: L6, C2114; L7, C2115; L9, C2116; Nones, R., "Conferencia...", p.36;
Tio, A., *Op. Cit.*, pp.83-84.

4 AGPR: C2765; L654, C2769; Castillo, J., "El Puente..."; Tio, A., *Op. Cit.*, pp.81-83.; Ofic. Preservación, *El San Juan español...*, p.121.

5 Cruz Monclova, *Historia...*, tomo 1, p.193.

6 *Ibid..*, p. 260.

7 Castillo, J., "La Carretera Central...", diciembre 1929, p.317; Santana Rabell, *Historia de...*, p.129; Picó, F., *Historia General...*, p.174.

8 Barrios Román, *Antropología...*, pp. 187-189.

9 Citado en Santana Rabell, *Op.Cit.*, p. 129.

10 Barrios Román, *Op. Cit.* p. 202.

11 Para la construcción de la Carretera Central se trajeron prisioneros filipinos, que aquí eran confundidos con chinos. También trabajaron en diferentes carreteras confinados locales y de Cuba.

12 Castillo, J., "Obras Públicas....", p.160.

13 *Ibid.*, p.162. La primera cifra corresponde al tramo llano entre Moca y San Sebastián y la segunda a la agreste ruta de Jájome entre Cayey y Guayama. Los costos incluyen las casillas de camineros.

14 Este cuerpo asesor estaba compuesto por 26 diputados elegidos por distritos. Aunque no tenía funciones legislativas, se le considera antecesor de la actual asamblea legislativa.

15 Para la preservación de las carreteras de primer orden el gobierno español tenía un sistema de camineros a quienes adiestraba con rigor profesional, y además se les proveía de magníficas residencias a lo largo de estas carreteras. Estas casas de mampostería y ladrillo pueden verse todavía, principalmente en algunos tramos de la Carretera Núm. 14.

16 *R.O.P.*, "Obras públicas...", pp.163-164.

17 *Ibid.*, p.162.

18 *Ibid.*, p.164.

19 Cruz Monclova, *Op. Cit.*, tomo 1, p.276.

20 Castillo, J.; "La Carretera...", enero 1930, pp.26-27.

[21] Neuman, E., *Verdadera y ...*, p.262.

[22] Castillo, J., *Ibid.*, junio 1930, p.146.

[23] *Ibid.*, mayo 1930, pp.126-128.

[24] *Ibid.*, junio 1930, pp.143-145.

[25] *Ibid.*, febrero 1930, pp.37-39.

[26] *R.O.P.*, *Op.Cit.*, p.161.

[27] AGPR: L330, C2418; L330-A, C2419 (Serie: construcción)

[28] "cálculos adjuntos hechos para determinar la resistencia del puente sobre el río Bayamón para el paso de locomotoras de 15 toneladas del ferrocarril de Cataño a Bayamón, la solución más favorable consiste en colocar la vía en el medio de los dos primeros arcos de la izquierda para lo cual es necesario colocar entre los dos arcos vigas en acero de 5" y 12.25 libras de peso por pie", *loc. cit.*

[29] Pumarada, L., "Contexto..."

[30] Barrios Román, *Op. Cit.*, pp. 343-344.

[31] AGPR Legajo 501; caja 2569; Pumarada *et. al.*, "Inventario..."

[32] Nones, R. "Conferencia...", p.40.

[33] *R.O.P.*, *Op.Cit.*, p.161-162.

[34] Pumarada, L., *Op. Cit.*

[35] *R.O.P.*,*Op. Cit.*, pp.151-152.

[36] *Ibid*, pp.163.

[37] Nones, R. "Conferencia...", p. 37.

[38] *Ibid.*, p. 38.

[39] *The American Mercury*, "El triste caso..."

[40] Pumarada, L., "Contexto..."

[41] *R.O.P.*, *Ibid.*, p.1546.

[42] No se está contando a los dos puentes metálicos de la época española derribados por San Ciriaco en 1899 y que hoy prestan servicio en lugares a los que fueron trasladados posteriormente, ni tampoco a los dos puentes ferroviarios de esa era.

[43] Castillo ("La Carretera...", marzo 1930, p.68) cita dos estudios hechos antes del 1877 que demostraron que los puentes de hierro importados desde Francia y Bélgica resultaban para entonces en Puerto Rico más económicos que los de fábrica.

NUESTROS PUENTES HISTORICOS

A continuación se presenta una muestra abarcadora de los puentes designados como históricos. En el apéndice se brinda una lista completa de éstos y su clasificación oficial.

Debido a sus circunstancias topográficas, Puerto Rico no cuenta con lugares que requieran puentes de gran escala. Nuestros puentes más largos son del orden de los cien metros. Por eso no vemos los tipos de puente que resultan económicos en grandes longitudes, tales como puentes colgantes, puentes de arco de acero y armazones en voladizo. Por esa razón se incluyó como puentes históricos, aunque sólo a manera representativa, a algunos de los más largos, antiguos e íntegros puentes de vigas y losas. Estas son estructuras de poco significado ingenieril, la repetición de tramos cortos cuyo diseño y construcción son puramente convencionales.

LOS PUENTES DE ARCO

El arco o bóveda es una forma que le permite a una estructura sostenerse sobre dos apoyos relativamente distantes utilizando materiales que sólo resisten compresión: una fuerza que tiende a contraer la estructura, empujando a un elemento contra el otro. Las vigas, losas, armaduras y armazones, por el contrario, tienen elementos o partes sometidos a tensión, el tipo de fuerza que tiende a estirar al elemento, separando a sus componentes. Los elementos en tensión requieren madera o metal. El hormigón armado usa el refuerzo de acero para resistir la tensión. La aplicación a techos y puentes de la piedra, el ladrillo y el hormigón simple usado desde la época de los romanos, no podía tener otra forma que no fuera abovedada, pues una estructura a base de esos materiales no puede resistir tensión.

Los arcos presentan problemas en la construcción de los apoyos, puesto que tienden a empujar a éstos hacia afuera además de hacia abajo. Mientras menos profundo sea el arco, mayor será el empuje que ejerza sobre sus apoyos. Las formas de arco más comunes en puentes son el semicircular o de medio punto, el de más fácil construcción y menos empuje, y el rebajado, que permite mayor espacio bajo el puente. Estos se ilustran en la Figura 2. Cuando la carretera no va a cruzar a suficiente altura sobre el cauce del río, hay que recurrir a un arco rebajado o elíptico para facilitar el paso de las crecientes y minimizar el empuje de la corriente contra su subestructura.

El primer puente de arco del cual se conoce se levantó en Babilonia para el año 1800 antes de Cristo y era en ladrillo. Los romanos explotaron a buen grado al puente de arco. Entre los más antiguos que aún existen está el de Martorell, cerca de Barcelona, España, construído alrededor del 219 AC;

también está el *Ponte de Augusto*, en Rimini, Italia, construído durante el primer siglo de la era cristiana. El *Pont du Gard*, en Nimes, Francia, tiene tres hileras de arcos que se elevan a 155 pies sobre el río Gard y salva una distancia de 855 pies. Esa estructura, el mejor ejemplar que se conserva de un acueducto romano, fue erigido en el primer siglo de la era cristiana.

En el siglo 18, Jean R. Perronet, el primer director de la primera facultad de ingeniería del mundo, la *Ecole des Ponts et Chaussées* de París, reintrodujo el arco rebajado que se había llegado a utilizar en el período clásico y creó el arco elíptico.[1] En 1779 se construyó en Coalbrookdale, Inglaterra, un puente de arco de medio punto en hierro fundido, un metal que no resiste tensión. Este fue el primer puente de hierro en el mundo.

El puente de arco no sólo representa un legado histórico de la antigüedad sino que también tiene una apariencia naturalmente atractiva por su curvatura y proporciones. Expresa espontaneidad por la manera en que engrana forma y función.

En Puerto Rico hay puentes de arco en ladrillo y mampostería, hierro y hormigón armado. Sin embargo, todos nuestros puentes de este tipo tienen los arcos bajo las superficies de rodaje, por lo cual su forma no es visible al pasarse sobre ellos. Los puentes más antiguos que quedan en pie en la isla son de arco de ladrillo, lo cual es de esperarse dada la gran durabilidad de esa construcción.

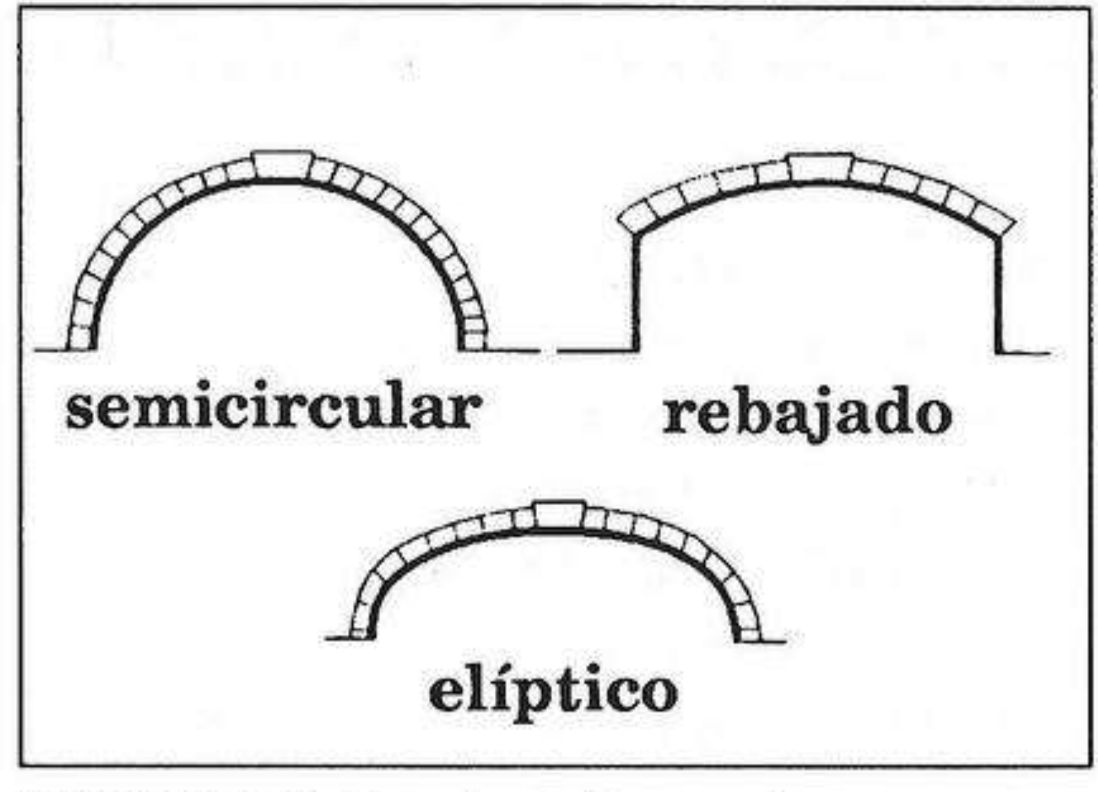
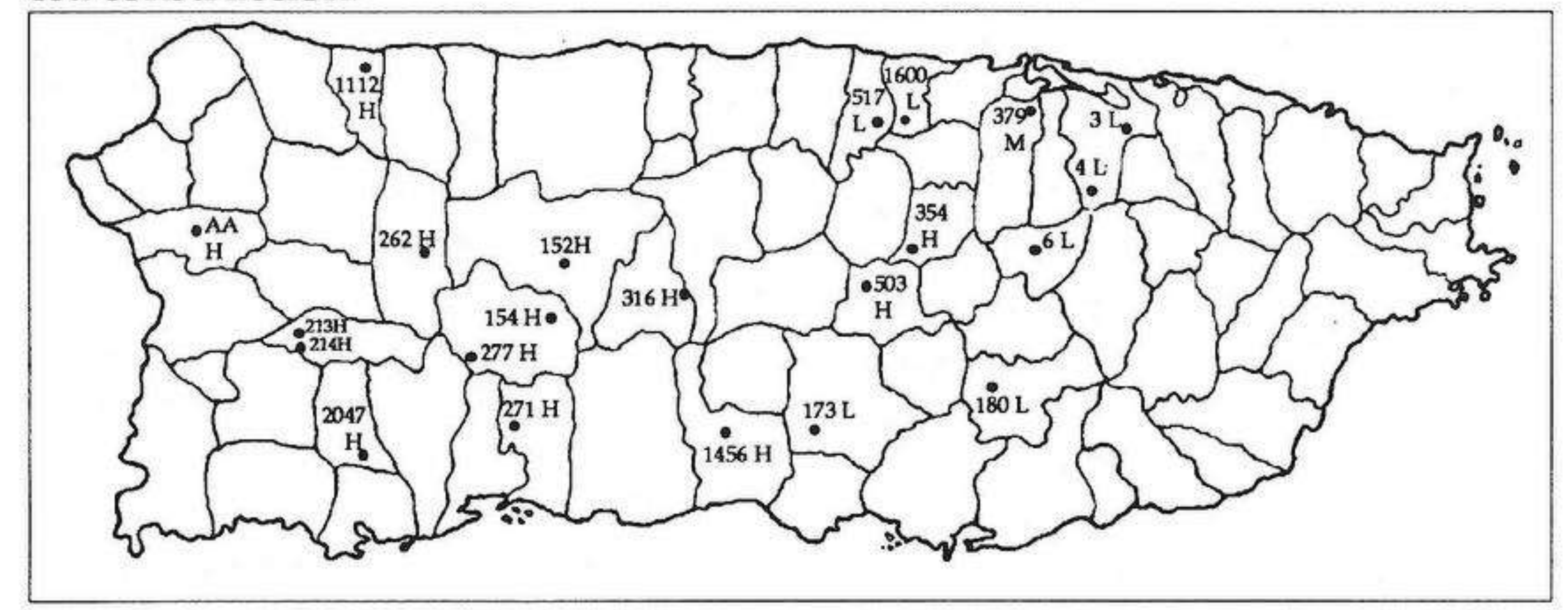
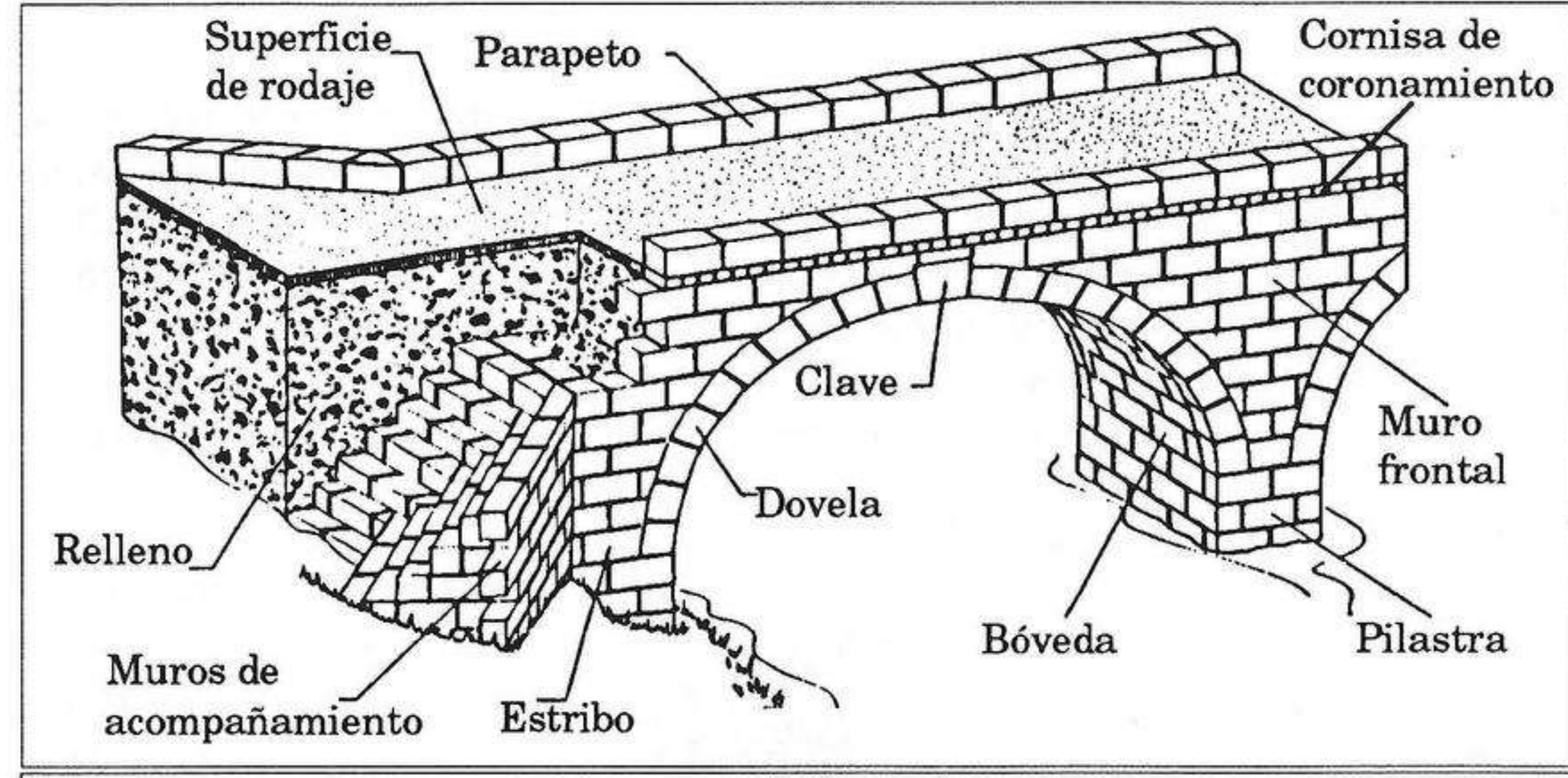


FIGURA 2: Los tres tipos más comunes de arcos usados en puentes.



MAPA 1: Distribución de los puentes históricos de arco en Puerto Rico. Los puentes de fábrica están identificados con "L", el de metal con "M" y los de hormigón con "H".



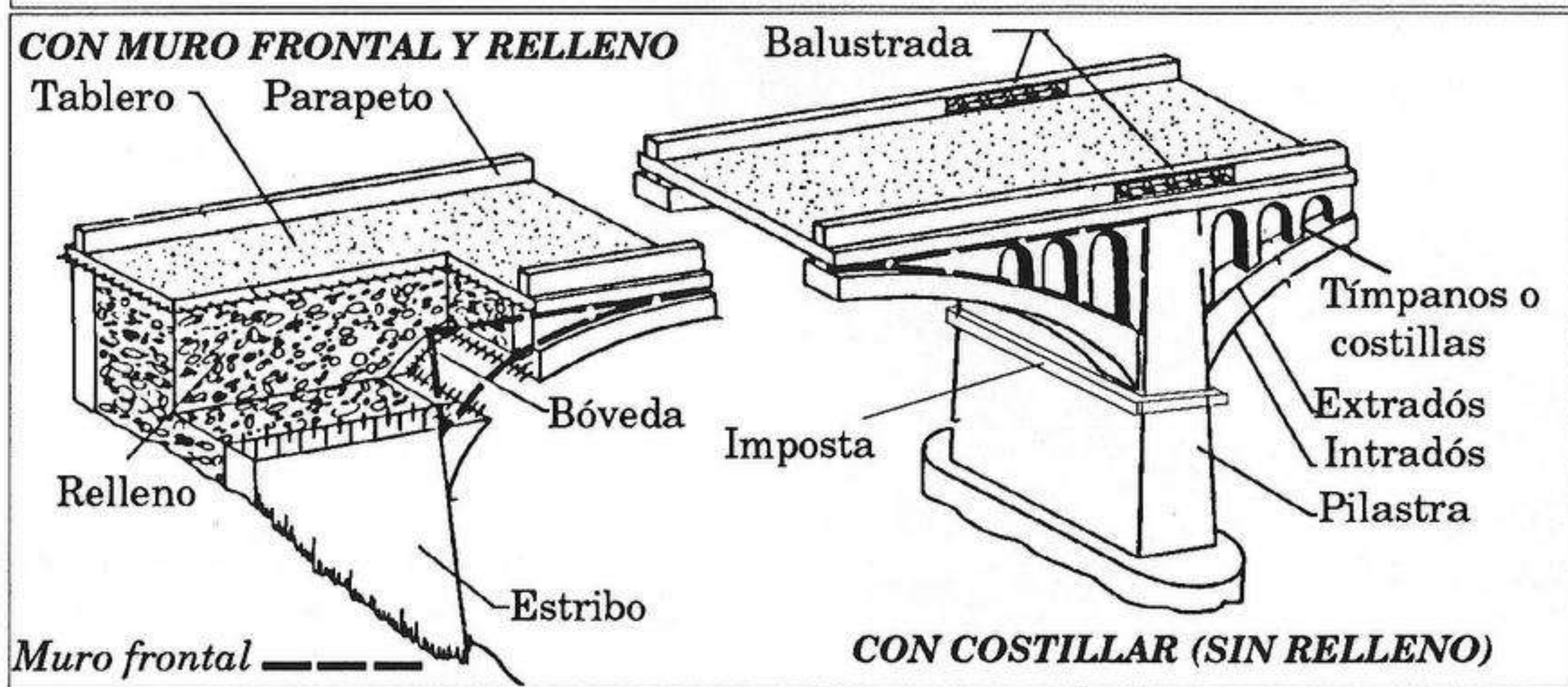
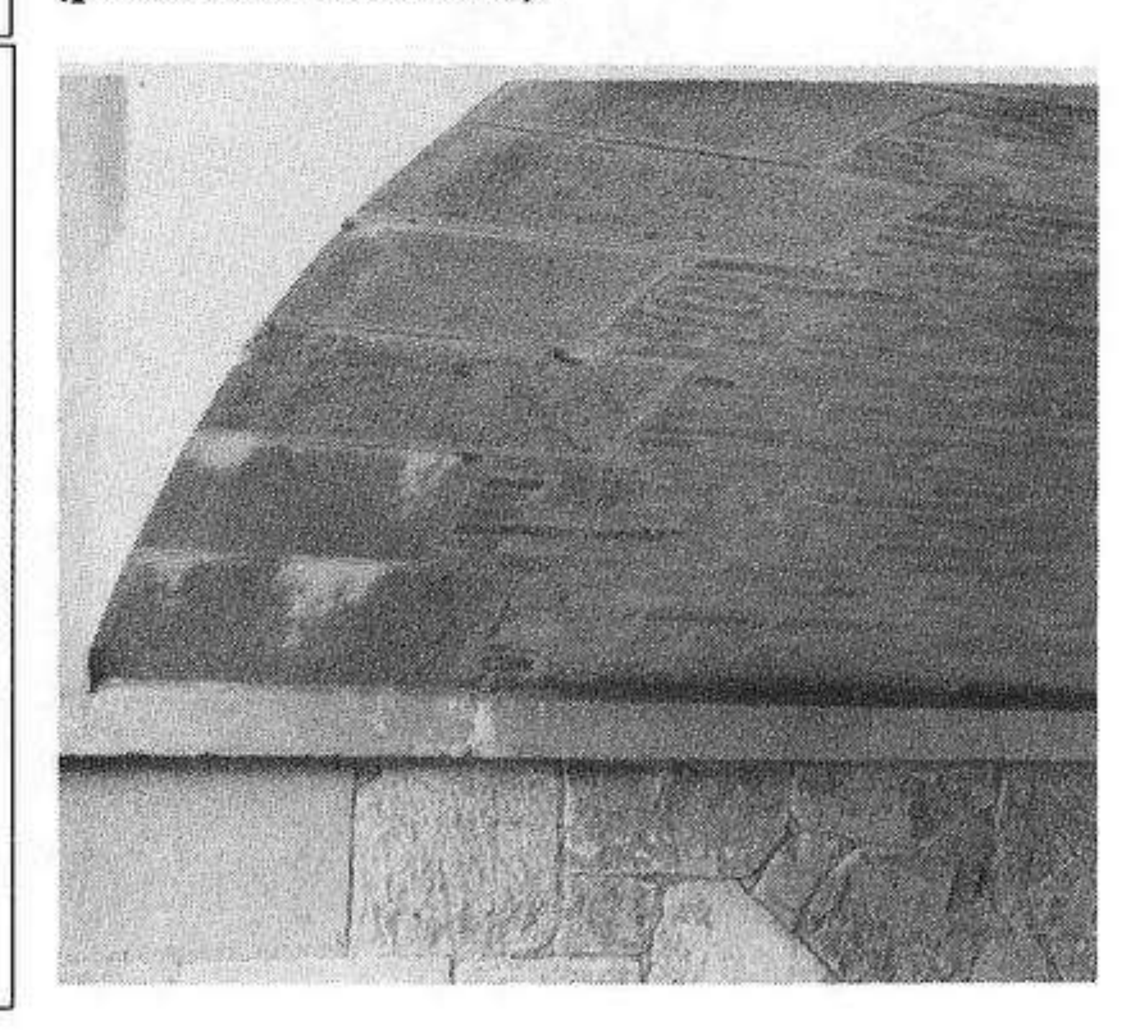


FIGURA 3 (izquierda): Los elementos básicos de un puente de arco en fábrica.

FIGURA 4 (izquierda, abajo): Los elementos básicos de un puente de arco en hormigón, tipos muro frontal y costillar.

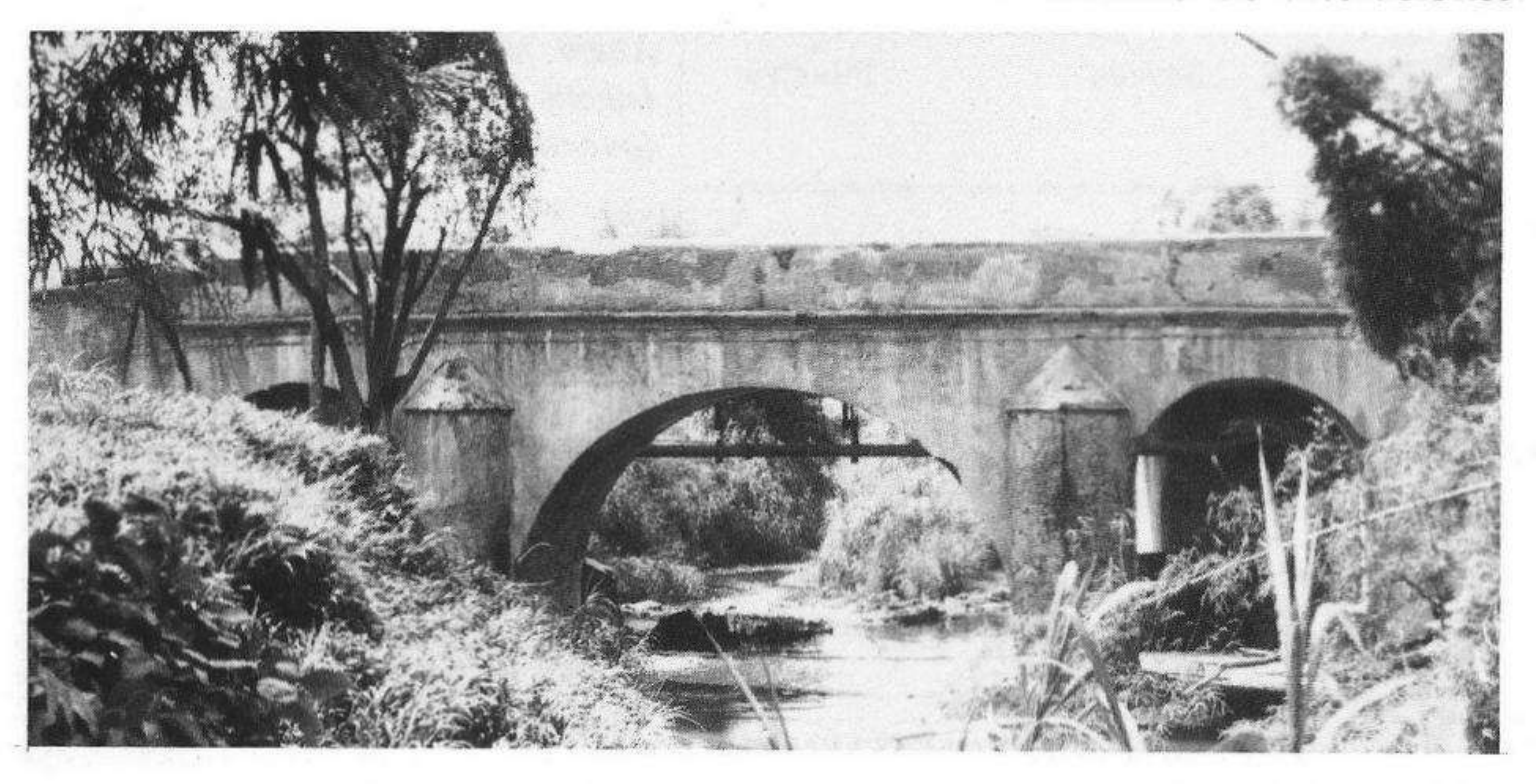
Abajo: Detalle de intradós con bóveda en ladrillo e imposta y dovelas en sillería (puente Núm. 180).



PUENTES DE ARCO EN LADRILLO

Puente Núm. 3; Río Piedras [2]

Ubicado en:	**Bos. El Cinco / Hato Rey, Río Piedras**
Salva a:	**Río Piedras**
Terminado en:	**1853**
Tipo:	**Arco de medio punto en ladrillo, 3 tramos**
Longitud:	**Tramo mayor: 9.1 metros total: 21.5 metros**

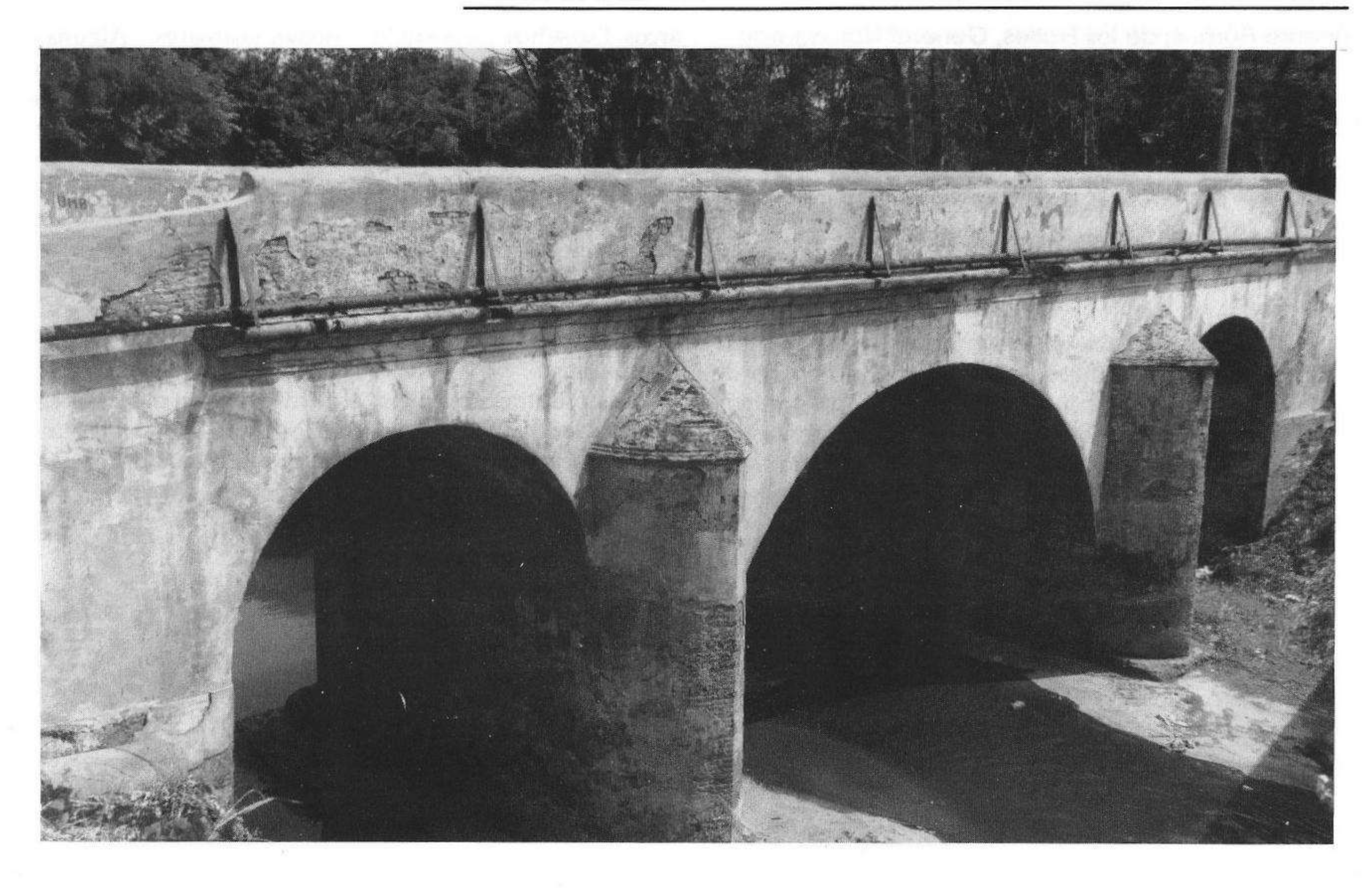


Este es el puente más antiguo entre los pertenecientes a la Carretera Central que sobreviven. Construído para la antigua carretera de San Juan a Caguas, se mantiene en buenas condiciones y con un mínimo de alteraciones. Continúa en uso junto a la entrada de la Estación Experimental de Río Piedras como parte de la carretera denominada PR-8839.

La estructura es simétrica, con el arco central más grande que los dos laterales. Las pilastras de ladrillo tienen tajamares con cornisamentos cónicos y las caras muestran una cornisa de coronamiento. Los parapetos en ladrillo son continuos y redondeados. Se puede apreciar sus elegantes líneas desde el puente moderno de la Carretera Núm. 1 que le corre paralelo.

***A la izquierda:* Vista desde el cauce del río Piedras.**

***Página opuesta:* Vista desde el puente paralelo ubicado en la Carretera Núm. 1.**



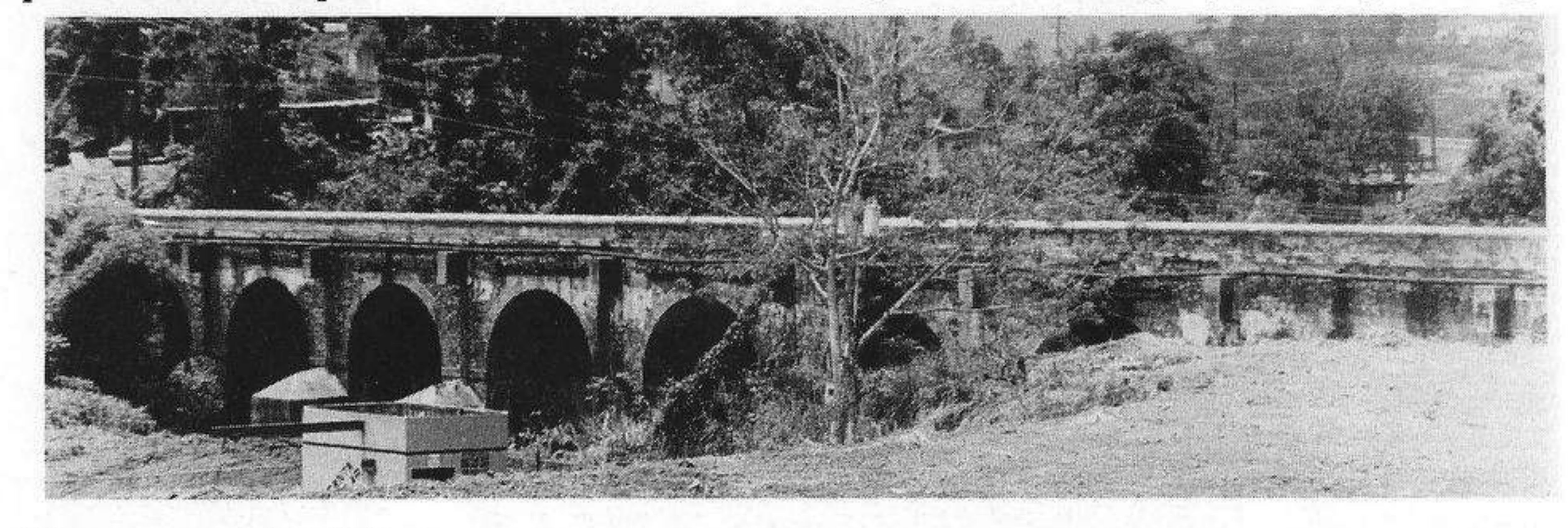
Puente Núm. 4; de los Frailes, General Norzagaray [3]

Ubicado en:	**Bos.Tortugo / Monacillos, Río Piedras**
Salva a:	**Quebrada Frailes**
Terminado en:	**1855**
Tipo:	**Arco de medio punto en ladrillo, 8 tramos**
Longitud:	**Tramo mayor: 9.8 metros**
	total: 120.7 metros

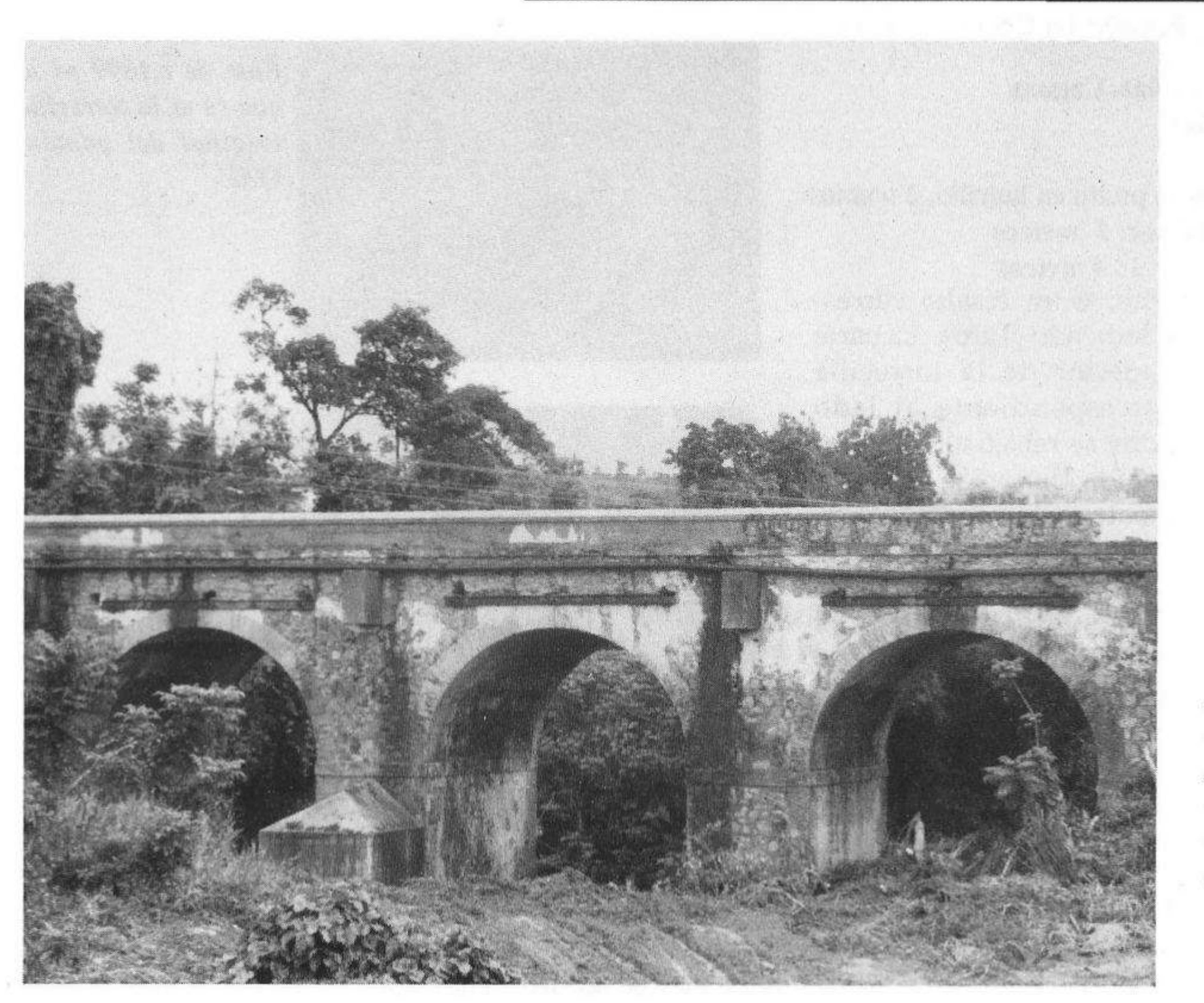
Este puente-viaducto de ocho grandes arcos, algunos de los cuales sobrepasan los 20 pies de altura, es uno de los más impresionantes que nos quedan del período colonial español. Continúa en uso en el kilómetro 0.8 de la PR-873, un trozo original del tramo San Juan-Caguas de la histórica Carretera Central.

Su construcción se inició en junio de 1854 y concluyó en mayo de 1855. Debido al debilitamiento de sus arcos, en 1927 se reconstruyó el interior de la superestructura utilizando vigas de acero y losas de hormigón apoyadas sobre las pilastras para liberar de peso a los arcos. Eso se hizo respetando los muros frontales originales en mampostería y la forma general del puente, pero alteró sus caras con los soportes de hormigón que sobresalen, uno sobre cada pilastra, y con las vigas de amarre metálicas de los tensores que se pusieron uniendo a los muros frontales opuestos.

Las pilastras más altas, a ambos lados del arco bajo el cual discurre la quebrada, tienen tajamares. Algunas otras han sido reforzadas en este siglo con contrafuertes en hormigón. Los arcos e impostas en ladrillo resaltan del muro frontal en mampostería. Un parapeto de ladrillo se levanta sobre la cornisa de coronamiento. A ambos lados del extremo del puente más cercano a Río Piedras hay sendas placas de mármol con mensajes en relieve que nos hablan de los proyectistas y del origen



Vista general del viaducto.



del nombre con que fuera oficialmente bautizado. En la página 19 aparece una foto de una de estas placas. El diseño fue del ingeniero-jefe Manuel Sánchez Núñez y lo ejecutó Gustavo Steinacher por 45,346 pesos.

Vista de la parte más alta, bajo la cual discurre la quebrada Frailes. Aquí se puede ver algunos componentes de la reparación del 1927: los elementos oscuros horizontales son piezas de acero que amarran una cara con la opuesta, y los salientes de hormigón son soportes que se dejaron para cuando hubiera que ensanchar el puente, lo cual no debe ser necesario ya que sólo lleva tránsito local.

Puente Núm. 6; Río Cañas; Pontón La Concepción [4]

Ubicado en:	**Bo. Río Cañas, Caguas**
Salva a:	**Río Cañas**
Terminado en:	**1856**
Tipo:	**Arco medio punto en ladrillo, 2 tramos**
Longitud:	**Tramo mayor: 5 metros**
total:	**18.4 metros**

Este puente perteneciente al tramo de San Juan a Caguas de la Carretera Central se erigió a un costo de 506 pesos. Actualmente sigue en uso en el kilómetro 1.0 de la Carretera Núm. 798, un trozo original paralelo a la Carretera Núm. 1. Para cuando se construyó se le consideraba un "pontón" y no un puente a base de que ninguno de sus tramos sobrepasaba los 6 metros.

La estructura enteramente simétrica consiste de dos arcos semicirculares y una pilastra con torrecilla. Tiene una cornisa de coronamiento y otra sobre el parapeto, y un resalto correspondiendo al arco. La parte superior de la torrecilla correspondiente al lado norte se rebajó al ser mejorada la alineación del pavimento y alteradas las barandas. La parte inferior de la torrecilla del lado sur sobrevive junto con parte del parapeto original; es el único ejemplo que queda en la isla de este tipo de decoración.

El cauce bajo el puente está protegido de la erosión por un piso en ladrillo. Algunas partes de la superficie de los muros de enlace se han descascarado y se están deteriorando.

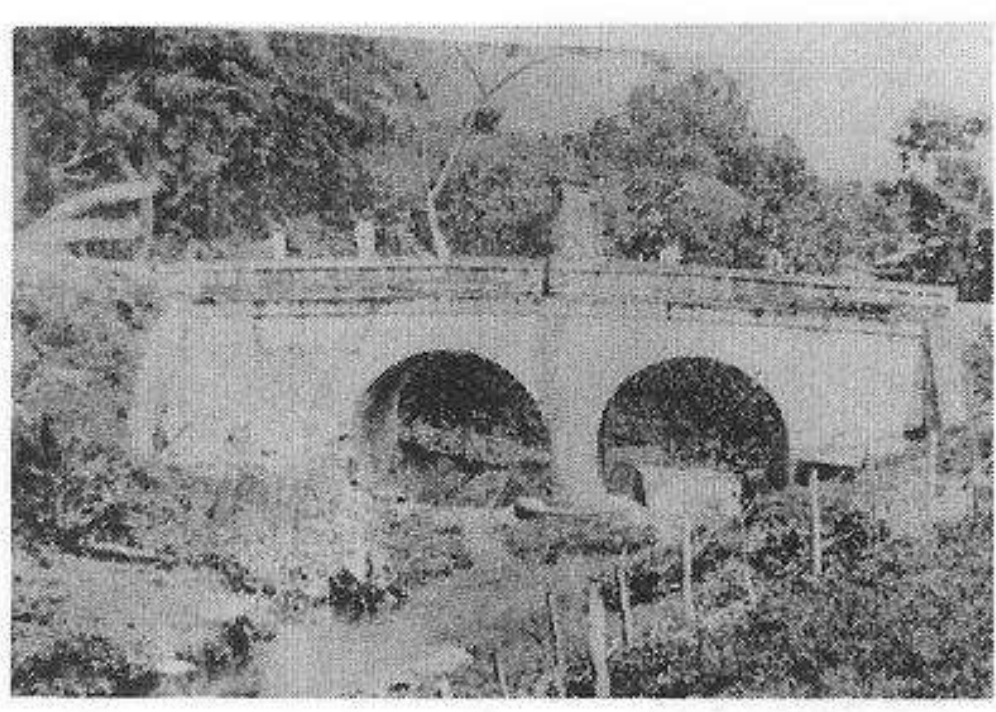
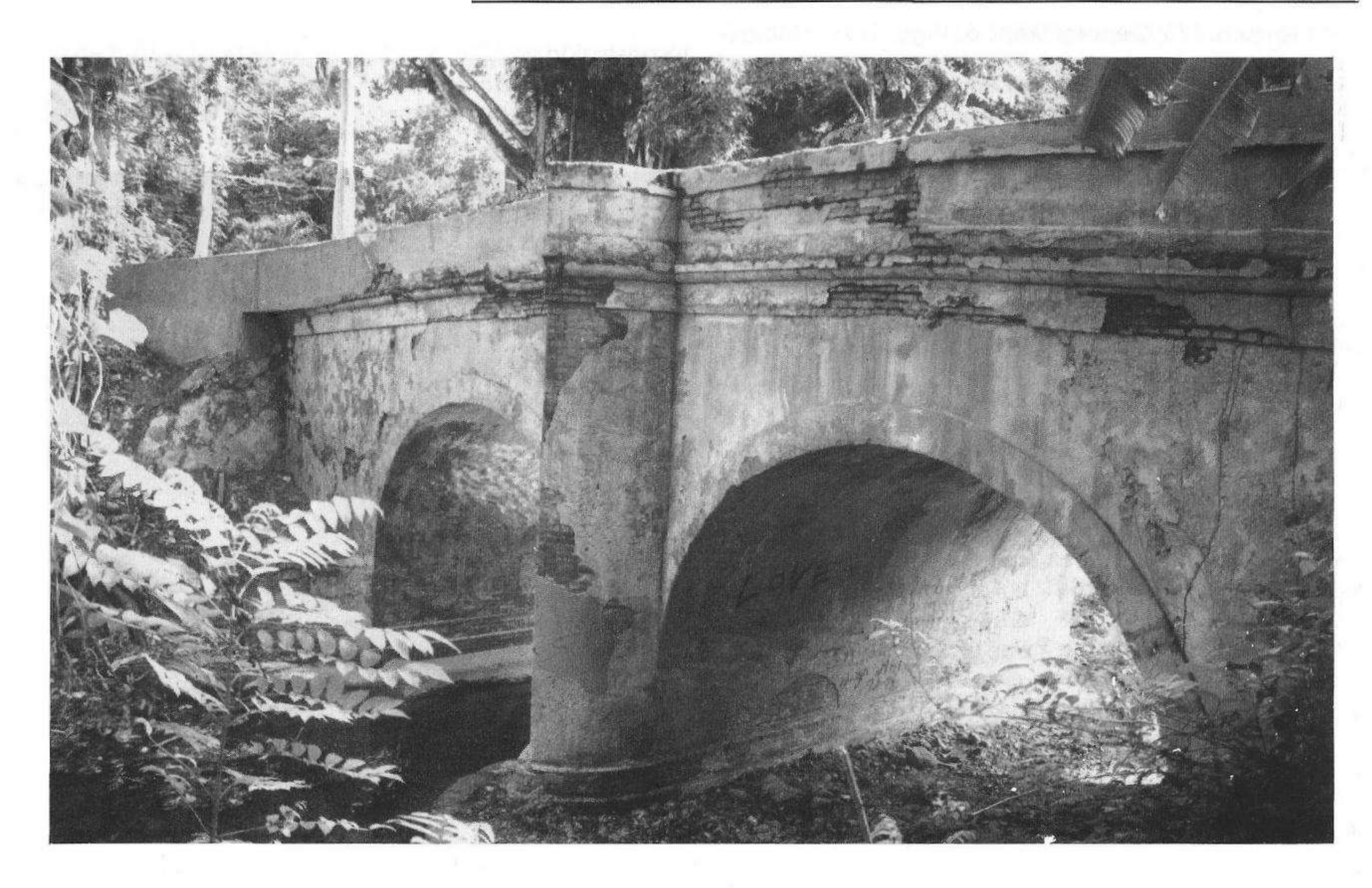


Foto de c.1899 en la que se ve la torrecilla original del pontón. O.G.



***Arriba:** Vista desde el cauce aguas arriba; la baranda y la torrecilla de ese lado han desaparecido.*

***Página opuesta:** En la cara de aguas abajo queda parte de la baranda y la base de la torrecilla.*



Puente Núm. 173; General Méndez Vigo; Río Las Minas[5]

Ubicado en:	**Bo. San Ildefonso, Coamo**
Salva a:	**Río Las Minas**
Terminado en:	**1862 / 1898**
Tipo:	**Arco de medio punto en ladrillo, un tramo**
Longitud:	**6.7 metros**

Ubicado entre Coamo y Juana Díaz, éste es el único puente de fábrica que queda en la parte sur de la Carretera Central. Es muy fácil que pase desapercibido para un conductor puesto que al nivel de la carretera sólo se ve una hilera de parapetos en una curva correspondiente al kilómetro 30.4 de la Carretera Núm. 14. Sin embargo, el que deje su vehículo y busque una atalaya desde donde observar este puente disfrutará de un grato espectáculo.

El arco, adornado por relieves con diseños geométricos que parafrasean dovelas, sube desde impostas en ladrillo hasta más de 20 pies sobre el bonito río Las Minas. De la parte superior de sus muros frontales parten dos pies de amigo para sostener un voladizo de la carretera e hileras de parapetos enmarcados en ladrillo. Los símbolos visibles en las claves del arco encarnan su historia. Por un lado se ve un relieve con forma de castillo, el símbolo del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos, y por el otro hay una placa en relieve que señala el hecho de que el puente fue reconstruído en 1898 por el Primer Regimiento del Quinto Batallón de ese cuerpo. En la página 25 aparece una foto de esa placa.

El arco central original



El castillo símbolo del Cuerpo de Ingenieros del ejército estadounidense.

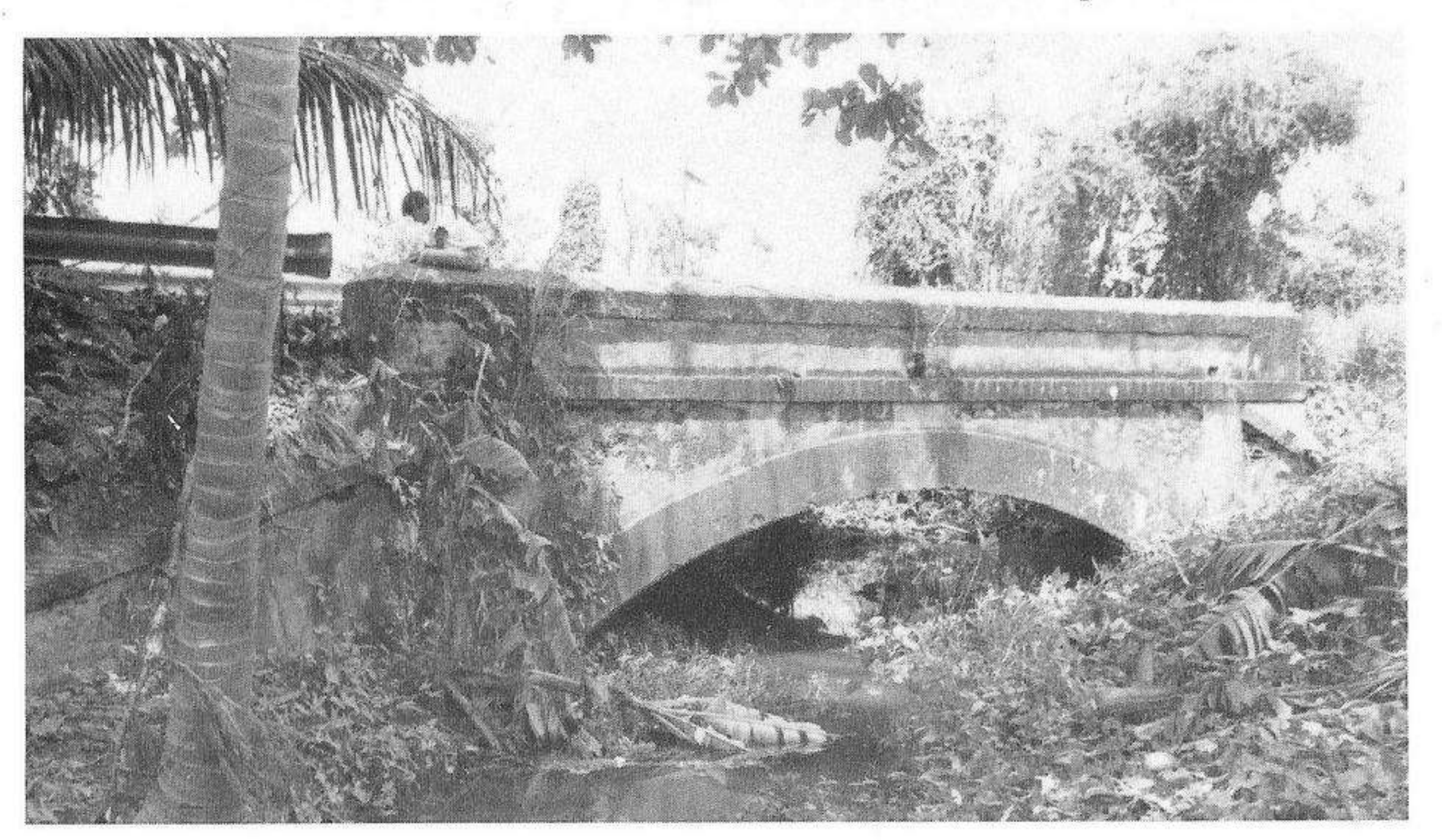
de este puente fue dinamitado por órdenes del comandante español Rafael Martínez Illescas para cubrir la retirada de las tropas españolas que se dirigían a emplazar sus defensas en el Asomante, y fue luego reconstruído por las tropas invasoras como parte de sus operaciones militares. Los estribos, muros en ala y extremos del arco son del 1862. Los estribos de mampostería tienen aristones almohadillados y verdugos en ladrillo. Este puente fue diseñado por el ingeniero Timoteo Luberza con un presupuesto de 15,405 pesos.



El gran arco visto desde el cauce del río Las Minas.

Puente Núm. 517

Ubicado en:	**Bos. Magüayo / Río Lajas, Dorado**
Salva a:	**Río Nuevo**
Terminado en:	**c.1896**
Tipo:	**Arco rebajado oblicuo en ladrillo, un tramo**
Longitud:	**11.8 metros**



Este puente se encuentra en el kilómetro 0.2 de la Carretera Núm. 693. Ha de haber pertenecido al trozo de carretera de cuatro kilómetros desde el Puente Reyes Católicos hacia Vega Alta que estaba en construcción para 1898. La fecha estimada de construcción de c.1896 asume que se hizo para la misma época que el tramo al cual pertenece; es muy parecido al arco-viaducto del 1892 (Puente Núm. 1600) correspondiente al Puente de los Reyes Católicos.

Consiste de un arco rebajado oblicuo de ladrillo rojizo que resalta de unos muros frontales en mampostería. Tiene parapetos continuos y muros en ala enmarcados en ladrillo. La altura de la clave del arco sobre el nivel del agua es de sólo cuatro pies.

El puente visto desde el cauce del río Nuevo. Se ve como distorsionado por ser oblicuo.

Puente Núm. 180; Santo Domingo

Ubicado en:	**Bo. Matón Abajo, Cayey**
Salva a:	**Quebrada Santo Domingo**
Terminado en:	**1881**
Tipo:	**Arco rebajado en ladrillo, 2 tramos**
Longitud:	**Tramo mayor: 4 metros**
	total: 8.9 metros

Este bonito puente marcaba la salida de Cayey hacia Guayama por la antigua carretera española de Jájome. Hoy corresponde al kilómetro 70.4 de la Carretera Núm. 14. Las barandillas en tubo y las hileras de parapetos en hormigón hacen que la estructura pase desapercibida para quien la atraviese, pero desde el puente de la calle paralela por donde hoy se entra al pueblo se puede apreciar sus elementos. La página 39 muestra un detalle de la bóveda.

Este puente consiste de dos arcos en ladrillo enmarcados en dovelas que sostienen muros frontales de mampostería. Los estribos y la pilastra central son también de mampostería con aristones e impostas de sillería. Los muros en ala son de mampostería coronados en piedra. La pilastra tiene una torrecilla semicircular en piedra, pero toda la parte superior del puente se sacrificó hace años para ensancharlo. El fondo revestido en hormigón del cauce actual de la quebrada queda a unos diez pies bajo el nivel del pavimento.



Izquierda: La carretera ha sido levemente ensanchada sobre el puente y por el lado opuesto a la foto hay un paso de peatones metálico. Sin embargo, la estructura en sí se mantiene bastante íntegra y puede apreciarse bien desde el puente de la calle paralela.

Puente Núm. 1600; Reyes Católicos (remanente) [6]

Ubicado en:	**Bos. Río Lajas / Maguayo, Dorado**
Salva a:	**Cauce de crecientes del río Plata**
Terminado en:	**1892**
Tipo:	**Arco elíptico en ladrillo, un tramo**
Longitud:	**10 metros**

Este bonito viaducto, originalmente parte del acceso del antiguo Puente Reyes Católicos, se encuentra abandonado a unos cien metros al norte del estribo oeste del puente actual de la Carretera Núm. 2 sobre el río Plata, y a unos 20 metros al noreste del kilómetro 0.1 de la PR-693 que conduce a Dorado. Consiste de un elegantísimo arco elíptico en ladrillo rojizo, con muros frontales en mampostería color crema, de atractiva textura y coronados por una cornisa en ladrillo. La clave del arco queda a unos ocho pies sobre el nivel del terreno.

El Puente Reyes Católicos, que consistía propiamente de tres tramos, fue abatido por el Huracán San Ciriaco en 1899 (ver foto en la página 26). El extremo oriental de los muros de enlace del Puente 1600 aflora a la ribera actual del río, donde amarraban al estribo derribado. Sólo sobreviven este viaducto y una alcantarilla ubicada al oeste de éste. Ambas estructuras se encuentran fuertemente amenazadas por la vegetación y el abandono. El tramo metálico del Puente 339 sobre el río Hondo entre Barranquitas y Comerío fue otra parte del Puente Reyes Católicos que sobrevivió al desastre.



***Arriba:** El extremo oriental del viaducto, cerca del centro de la foto, pegaba con el estribo que falló bajo San Ciriaco en el 1899. A la izquierda del viaducto abandonado y cubierto de árboles se ven el río y parte del puente actual de la Carretera Núm. 2.*

***Página opuesta:** Aquí se ve más claramente la cara norte del viaducto. El agua que hay debajo es meramente un charco.*



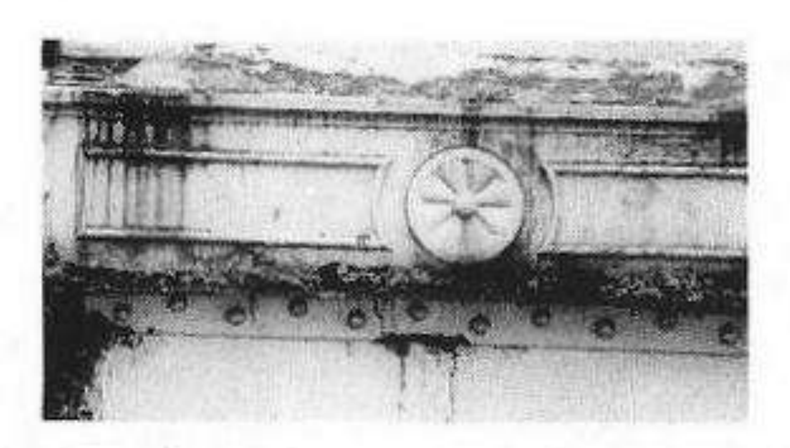
PUENTES DE ARCO EN METAL

Puente Núm. 379; Bayamón; Marqués de la Verna [7]

Ubicado en:	**Bo. Juan Sánchez, Bayamón**
Salva a:	**Río Bayamón**
Terminado en:	**1869**
Tipo:	**Arco rebajado en hierro laminado, un tramo**
Longitud:	**25.5 metros**

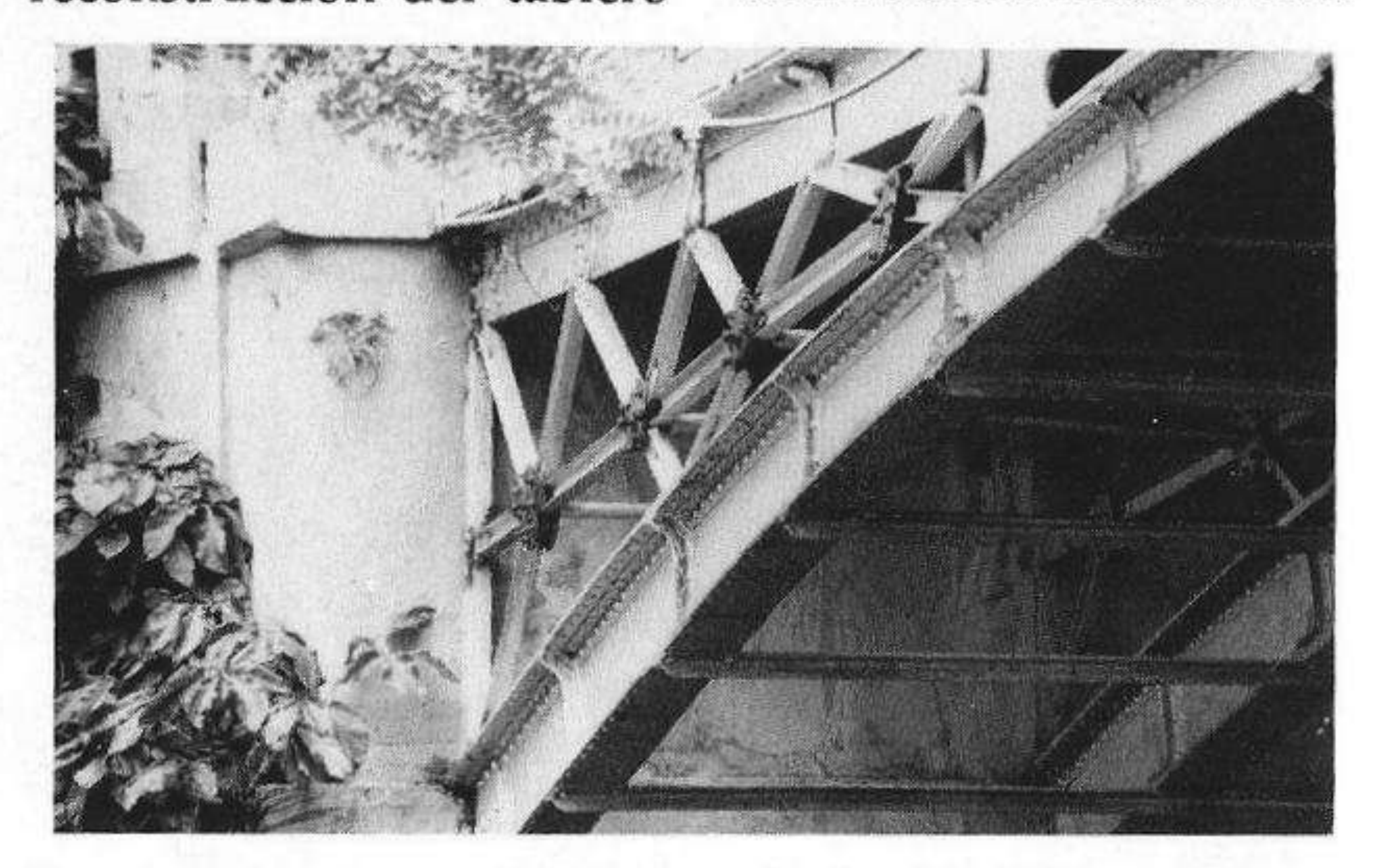
Este puente, el primer tramo enteramente de metal que se construyó en la isla y el único de arco metálico que existe en Puerto Rico, es hoy el centro de un parque pasivo municipal ubicado al noreste del kilómetro 24.1 de la Carretera Núm. 890. El Puente del Marqués de la Verna se hizo con arcos rebajados, análogo al Puente de *Arcole* en París.

Este puente está construído enteramente en hierro laminado a unos 24 pies sobre el nivel del río. La estructura se compone de cuatro cerchas cuyo intradós es un arco rebajado, con tímpano rígido y una pieza recta o larguero superior empotrado en la mampostería de los estribos. El resalto de las aceras es de hierro fundido ornamentado con florones. Originalmente, la estructura llevaba en el centro de la baranda los blasones del Marqués de la Verna. Los elementos de hierro fueron traídos desde Francia y ensamblados por Isidoro Abarca, fundador de la Fundición Abarca, sobre los mismos estribos de mampostería del puente anterior. En 1889 se procedió a la reconstrucción del tablero usándose planchas de hierro onduladas ("hierros Zorés"). Las barandillas de hierro actuales son imitaciones modernas de las originales.



Pieza de hierro fundido.

Esta valiosa reliquia, el único puente de su tipo en la isla, se encuentra en buen estado de conservación y es un ejemplo de cómo preservar para su valor recreativo y educativo a nuestros puentes históricos fuera de uso.



Detalle del arranque de los arcos desde un estribo.



Vista del puente desde el noroeste.

PUENTES DE ARCO EN HORMIGON

Puente Núm. 150; Chavier

Ubicado en:	**Bo. Pueblo, Adjuntas**
Salva a:	**Río Cidra**
Terminado en:	**1901**
Tipo:	**Arco elíptico en hormigón, un tramo**
Longitud:	**16.8 metros**

Este puente, que en una época marcaba el límite de la zona urbana adjunteña, se encuentra abandonado pero en buenas condiciones. Se puede ver hacia el oriente del puente moderno del kilómetro 35.2 de la Carretera Núm. 10, salida de Adjuntas hacia Utuado. Aunque no tiene ornamentación alguna, resulta atractivo por la forma de su arco. Se encuentra a unos 28 pies por sobre un bonito paraje del río.



El puente Chavier se distingue por su forma sumamente llana y su sobriedad. La vegetación de las riberas del río Cidra impide el que se pueda apreciar la curva elíptica de sus extremos.

Puente de Ferrocarril de Añasco Arriba

Ubicado en:	**Bo. Añasco Arriba, Añasco**
Salva a:	**depresión**
Terminado en:	**c. 1905**
Tipo:	**Arco de medio punto en hormigón, 2 tramos**
Longitud:	**Tramo mayor: 6 metros**
	total: 13.5 metros



Este viaducto ferroviario abandonado perteneció al Ferrocarril de Circunvalación. Se halla a unos 500 metros al sureste del kilómetro 1.9 de la Carretera Núm. 109, entre la Estación de Añasco y las ruinas del puente ferroviario sobre el río Grande de Añasco. Los dos arcos salvan una depresión a una altura aproximada de 14 pies. Su única ornamentación es la cornisa de coronamiento.

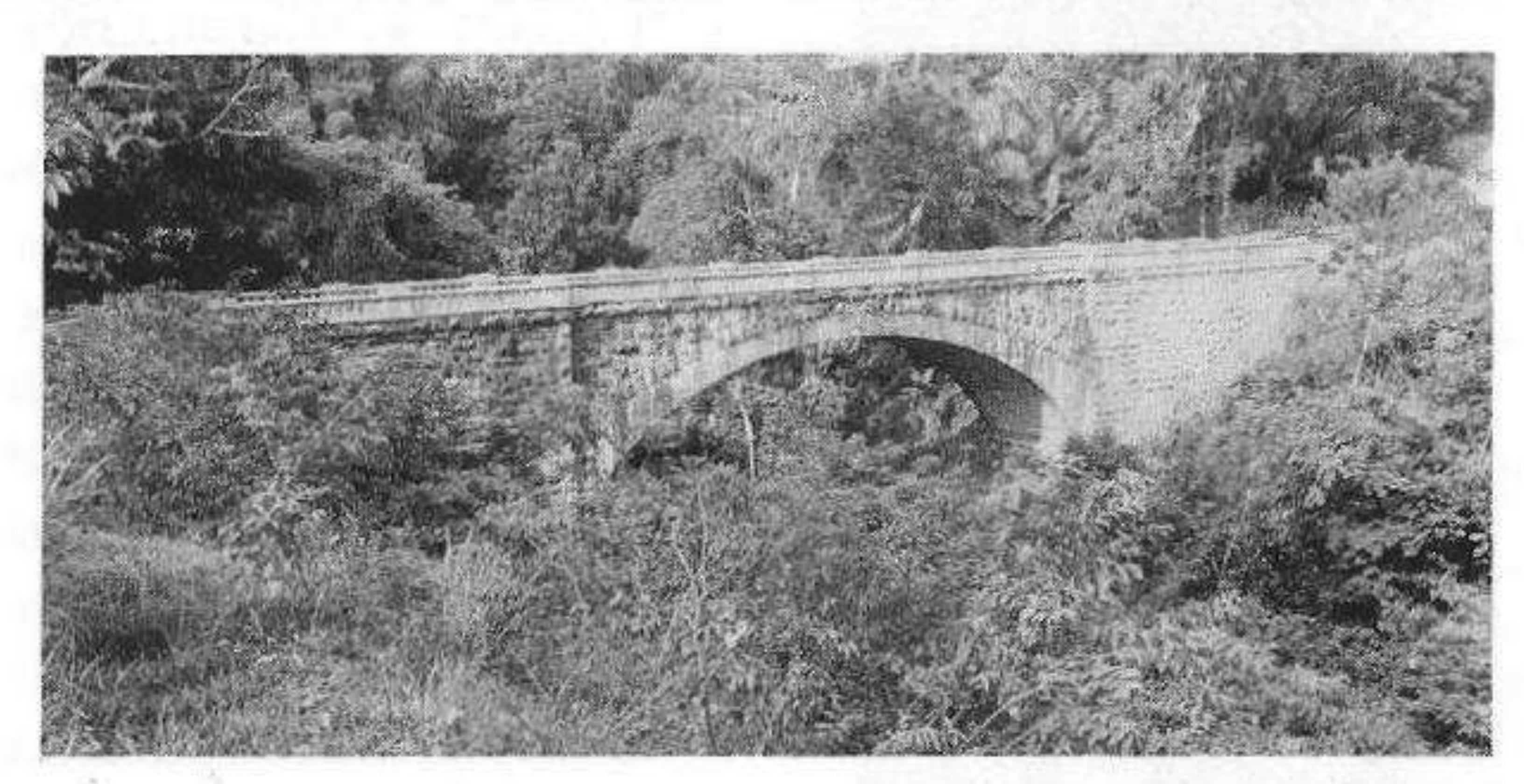
El tramo ferroviario de Mayagüez a Aguadilla se inauguró para 1893, sin embargo estimamos la fecha del puente como cercana al 1905 por estar hecho en hormigón, lo cual no era usual para la fecha anterior, pero que sí lo fue en los tramos construídos después del 1902 por la American Railroad. Este viaducto puede haber sustituido a una alcantarilla contemporánea con la construcción del tramo entre Aguadilla y Mayagüez que haya resultado inadecuada para la cantidad de agua que fluía por aquí en época de inundaciones.

Puente Núm. 354; Mavilla [8]

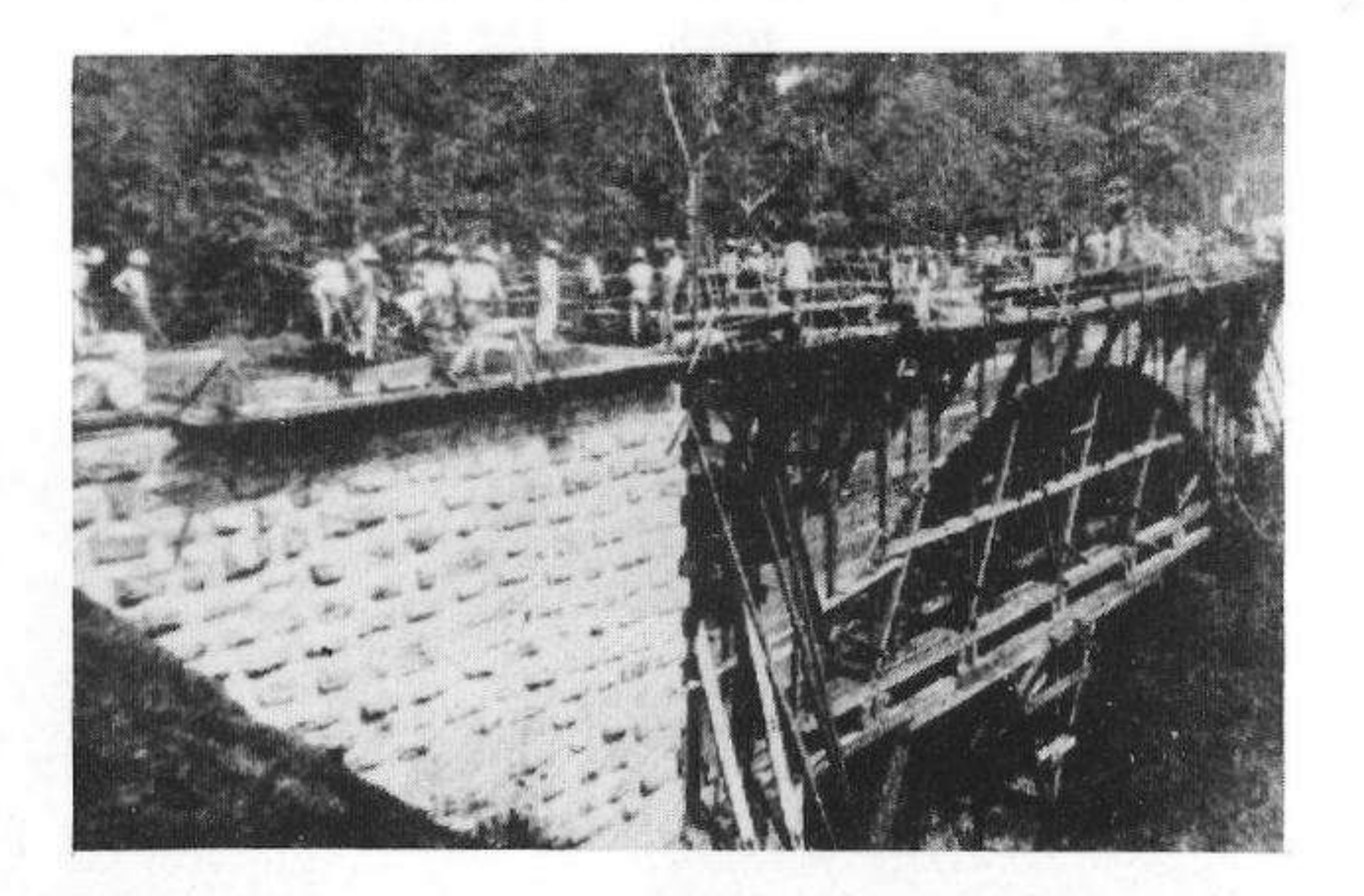
Ubicado en:	**Bos. Palmarejo / Abras, Corozal**
Salva a:	**Río Mavilla**
Terminado en:	**1903**
Tipo:	**Arco rebajado en hormigón, un tramo**
Longitud:	**25.5 metros**

Esta impactante estructura se halla en el kilómetro 17.7 de la Carretera Núm. 159, ruta de Corozal a Bayamón. La clave del arco levanta unos 50 pies sobre el nivel del río. La obra de fábrica es poco usual; tiene una hilera de mampostes a manera de dovelas directamente sobre el arco de hormigón y los muros frontales son de una sillería algo irregular.

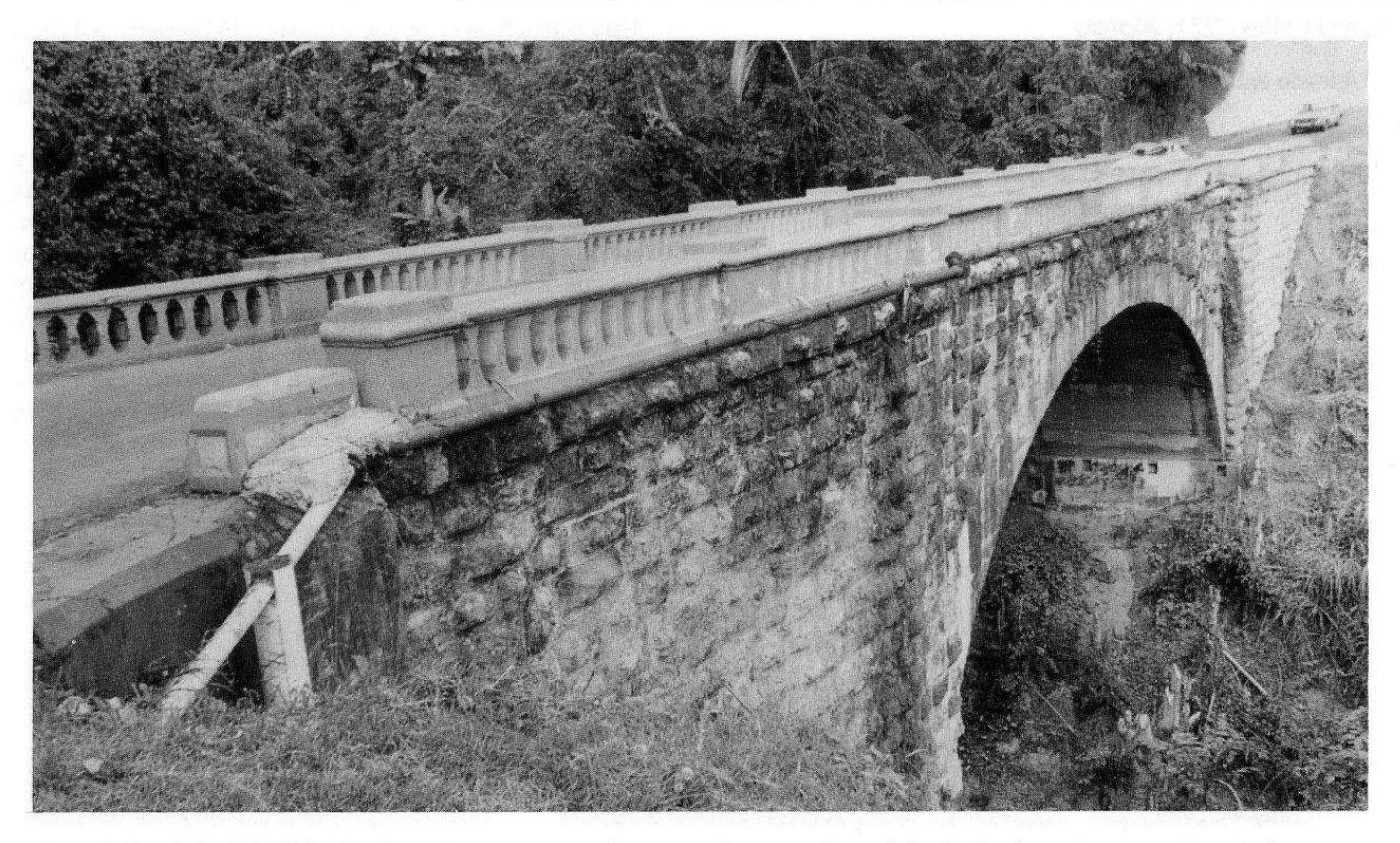
Este puente sustituyó a uno de madera del 1853. El contratista fue Roque Paniagua. En su construcción, que costó $3,000.00, trabajaron 80 hombres. En 1909 el contratista José García González le construyó la balaustrada de hormigón a un costo de $644.00.



Vista lateral. La vegetación no permite ver el fondo del cauce y no puede apreciarse la altura total del puente sobre éste.



La construcción del puente en 1903. Los trabajadores colocan a mano el relleno que sostendrá la superficie de la carretera; bajo el arco de hormigón está aún la formaleta utilizada para vertirlo. **O.G.**



El fruto del trabajo del 1903 todavía perdura y se aprecia en esta foto tomada casi desde el mismo lugar que la anterior.

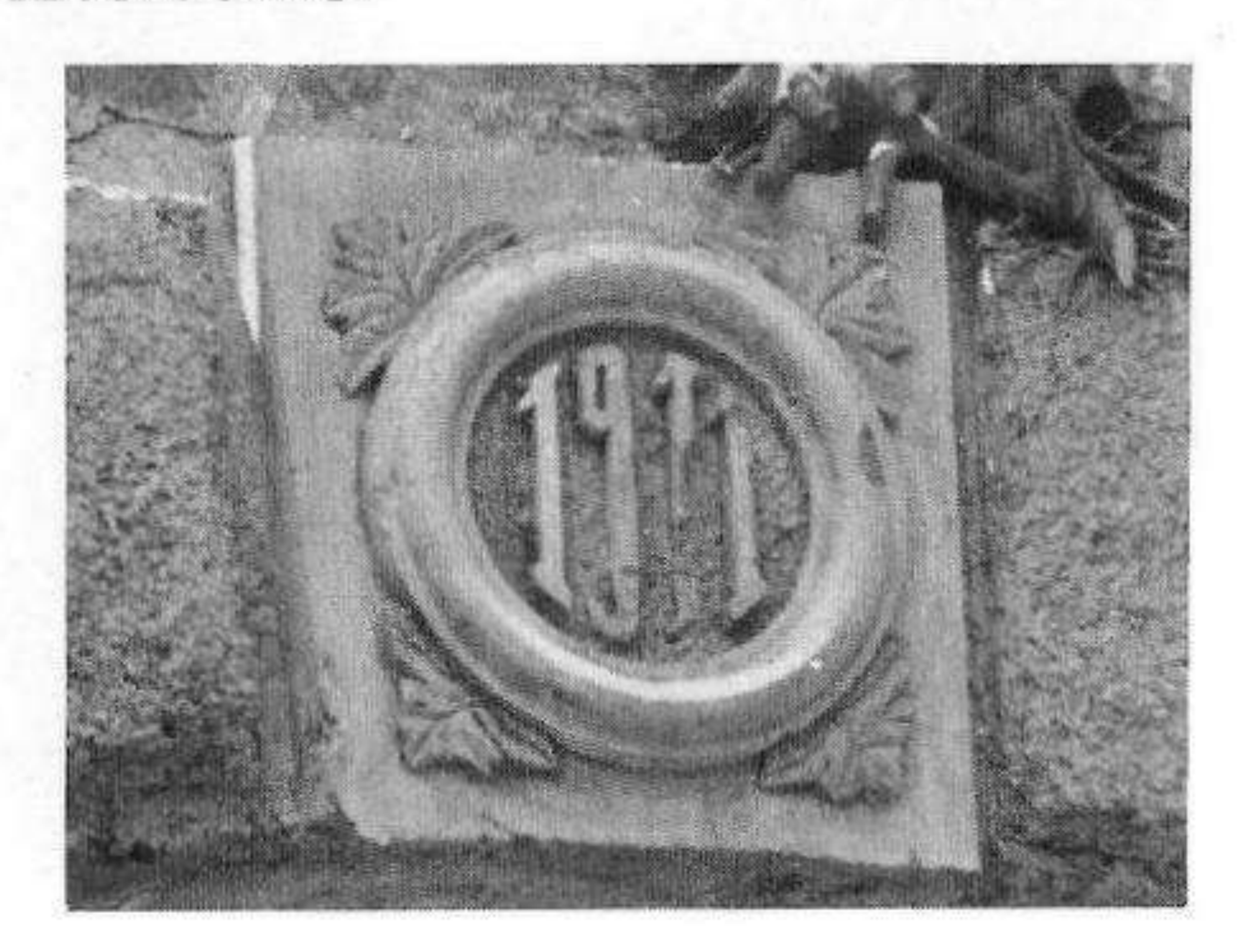
Puente Núm. 271; Alonso

Ubicado en:	**Bos. Barrero / Macaná, Peñuelas / Guayanilla**
Salva a:	**Río Macaná**
Terminado en:	**1911**
Tipo:	**Arco rebajado en hormigón, un tramo**
Longitud:	**10 metros**

Esta estructura se encuentra bajo el kilómetro 5.4 de la Carretera Núm. 132 entre Peñuelas y Guayanilla. Hasta que se terminó la carretera del litoral por Tallaboa c.1926, este tramo pertenecía a la Carretera Núm. 2 de entonces.[9]

El Puente Alonso tiene estribos, muros de enlace y muros frontales en mampostería con las juntas resaltadas por molduras. Sólo el arco y la cornisa de coronamiento son de hormigón. Las caras del arco están decoradas por ranuras para aparentar dovelas de piedra. En la clave hay un relieve ornamentado con la fecha de 1911. La barandilla original cedió su lugar tiempo atrás a una moderna de acero. La clave se encuentra a unos 10 pies sobre el nivel del río.

Vista desde el cauce del río. La clave de este lado sur ya no es legible.



Detalle de la clave del lado norte.

Puente Núm. 262; Río Blanco [10]

Ubicado en:	**Bos. Mirasol / La Torre, Lares**
Salva a:	**Río Blanco**
Terminado en:	**1921**
Tipo:	**Arco rebajado en hormigón, 2 tramos**
Longitud:	**Tramo mayor: 16.8 metros**
	total: 49.5 metros

Esta magnífica estructura en hormigón se encuentra en el kilómetro 49 de la Carretera Núm. 128 entre Yauco y Lares. Sustituyó a un puente de armazón de madera edificado en 1898 por jornaleros desempleados del café. Diseñado por Rafael Nones y realizado por J. Cedrón Suárez, costó $33,919.50. Su altura máxima sobre el río es de unos 24 pies.

Los arcos rebajados salen de impostas mientras que los muros frontales y de enlace ostentan medallones y relieves. Las caras de los arcos aparentan dovelas, y en las claves aparece la fecha de construcción. Una cornisa de coronamiento en hormigón corre por todo lo largo de la estructura. Bajo los arcos, invisibles al motorista, la masiva pilastra y los estribos tienen tajamares decorativos y desagües con forma de cabeza de león, los cuales están lamentablemente dañados. Los accesos tienen hileras de parapetos ornamentados que parten de los esquineros que remataban las barandillas originales, las cuales han sido sustituídas por raíles de acero modernos.



Vista oblicua del puente. Entre los arcos y bajo las esquinas de la baranda están los "medallones" ornamentales.



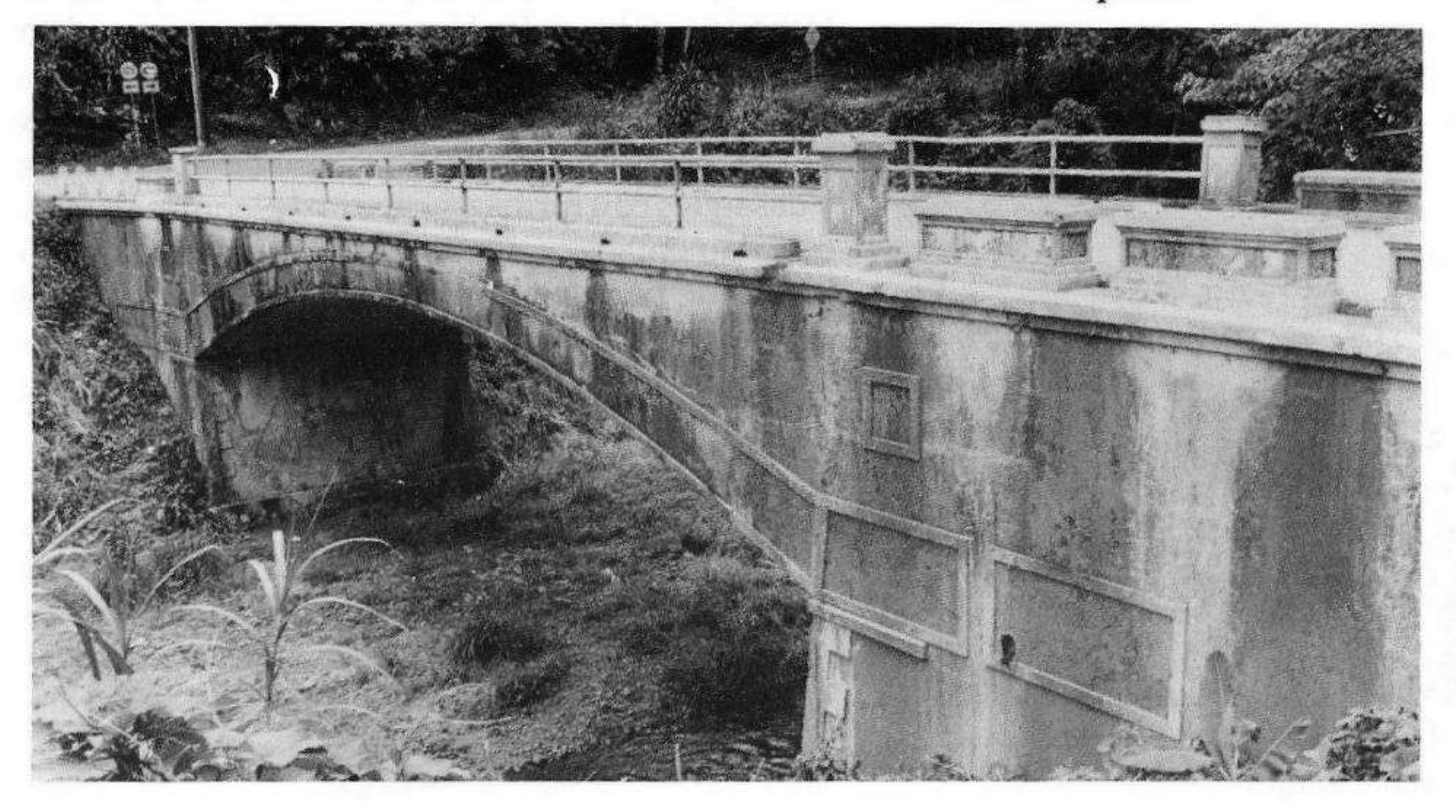
Detalle de los restos de uno de cuatro desagües en forma de cabeza de león ubicados debajo del puente.

Puente Núm. 213; Orama

Ubicado en:	**Bos. Indiera Fría / Maricao Afuera, Maricao**
Salva a:	**Río Lajas**
Terminado en:	**1922**
Tipo:	**Arco rebajado en hormigón, un tramo**
Longitud:	**20.4 metros**

Este puente del kilómetro 29.9 de la Carretera Núm. 105 pertenece a la carretera de Maricao hacia Lares y Yauco. El arco rebajado, resaltado por molduras en intradós y extradós, atraviesa a unos 20 pies de altura por sobre el lecho del río.

Los muros de enlace ostentan molduras en diseños geométricos. Hileras de parapetos sobre la cornisa de coronamiento llegan hasta los esquineros que rematan la barandilla original de tubos.



Vista oblicua del puente Orama en la cual puede apreciarse la ornamentación de sus fachadas y estribos.

Puente Núm. 152; Blanco [11]

Ubicado en:	**Bo. Arenas, Utuado**
Salva a:	**Río Pellejas**
Terminado en:	**1924**
Tipo:	**Arco elíptico en hormigón, un tramo**
Longitud:	**20.5 metros**



Esta elegantísima estructura que salva el río a una altura de 33 pies se halla en el kilómetro 48.1 de la Carretera Núm. 10 entre Adjuntas y Utuado. Martín Aparicio fue el contratista que cobró $23,786 por erigirlo según el diseño de Rafael Nevares. Los muros frontales y de enlace ostentan, sobre un fondo de agregado expuesto, relieves lisos y blancos de elementos verticales entre la cornisa de coronamiento y las caras del arco, las cuales tienen el mismo tratamiento. Una balaustrada blanca que termina en parapetos ornamentados en hilera corona la estructura y le da su nombre. En relieve, sobre fondo de agregado expuesto en la clave del arco, aparece la fecha de construcción.

El Puente Blanco desde el cauce del río, en una mañana brumosa típica de nuestra zona cafetalera.

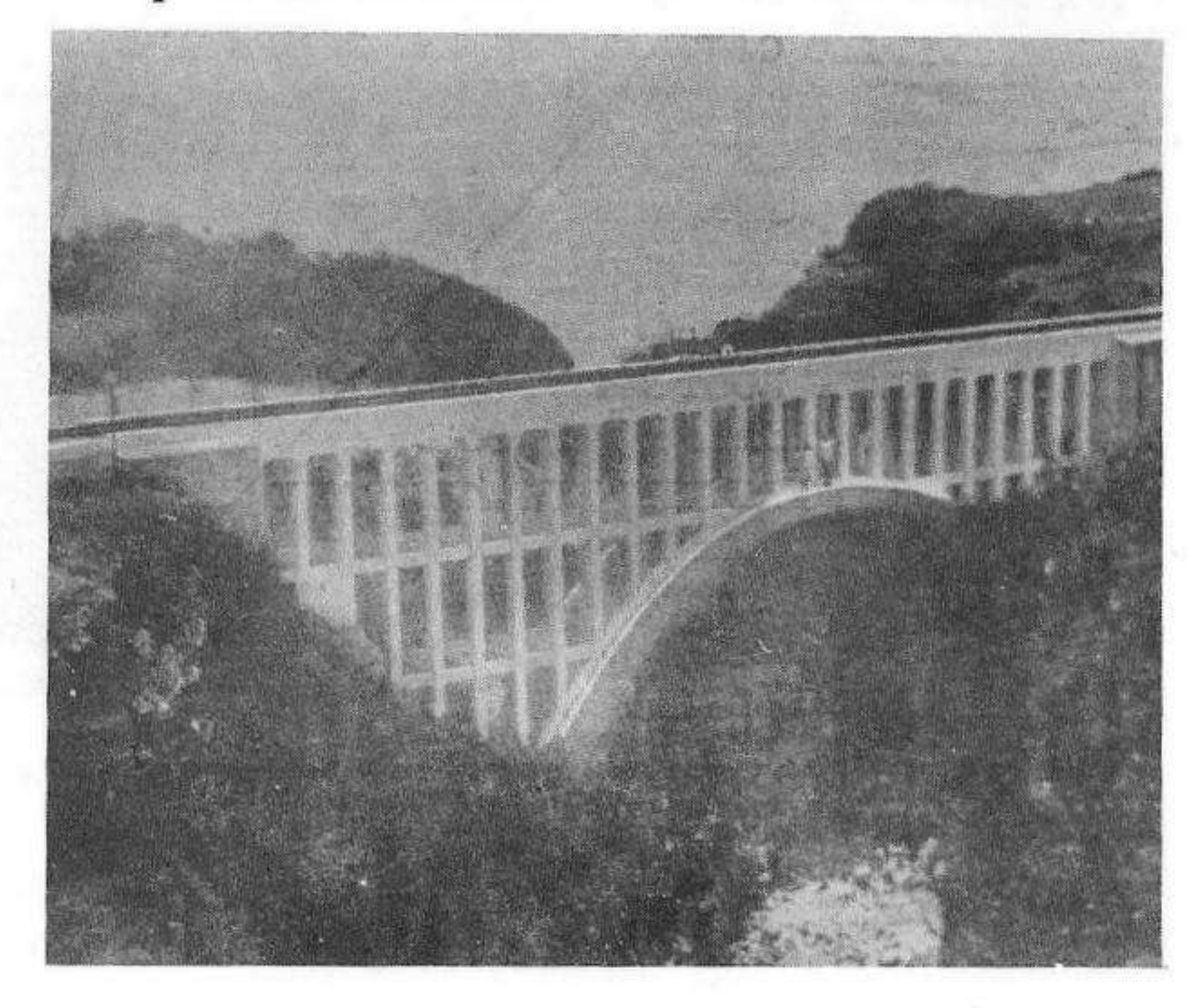
Puente Núm. 1112; Puente Blanco, Quebrada La Mala [12]

Ubicado en: Bo. Terranova, Quebradillas
Salva a: Quebrada La Mala
Terminado en: 1922
Tipo: Arco de medio punto de costillar, un tramo
Longitud: 36.0 metros

Este magnífico viaducto ferroviario es único en su clase en Puerto Rico. Fue objeto de un artículo en el *Engineering News Record* por la manera en que se había construído aprovechando su forma estructural. Se halla en un camino embreado (la antigua vía del ferrocarril) que parte hacia el oriente desde el kilómetro 0.8 de la Carretera Núm. 4484.

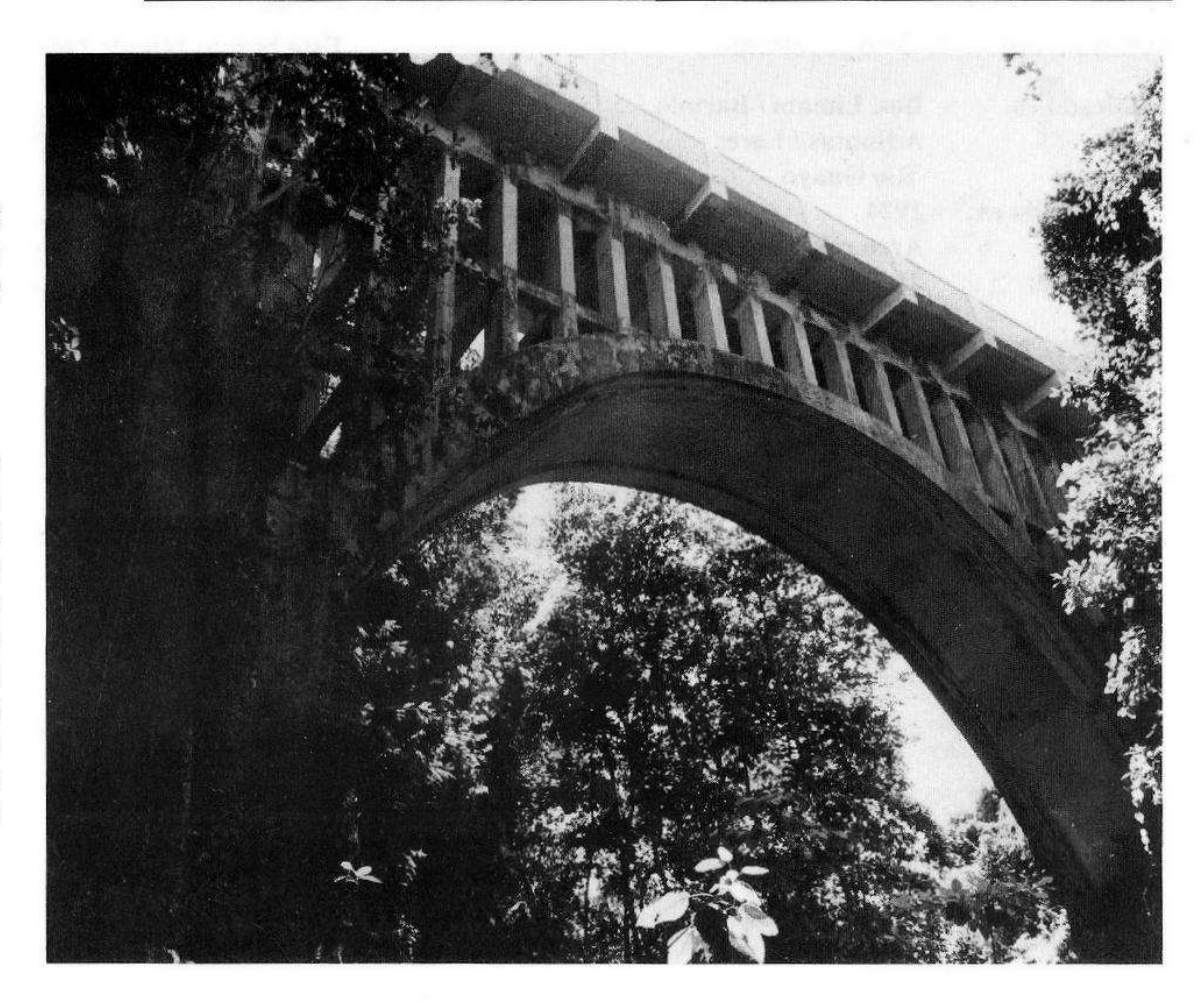
La profunda quebrada de unos 140 pies de profundidad era atravesada por un puente de armazón de acero de c.1907 que necesitaba ser reemplazado por estar en malas condiciones. Etienne Totti, yaucano que ocupaba el cargo de ingeniero jefe de la American Railroad, diseñó un puente de hormigón armado a base de un gran arco semicircular subyacente. Levantóse sobre éste una plataforma de hormigón que sostenía el puente de acero, de manera que éste se pudo ir desarmando y sustituyendo por elementos de hormigón bajo los durmientes de los rieles, sin interrumpirse nunca el paso del ferrocarril. Hecho con un presupuesto de $18,000, el nuevo puente habría de sostener dos locomotoras de 84 toneladas cada una.

La estructura del puente fue rehabilitada recientemente por el municipio como parte de un camino vecinal. Desgraciadamente, como parte de la reparación se le ensanchó el tablero, alterándose su carácter ferroviario y obstaculizando la observación de la magnífica estructura. La clave del arco aún ostenta la fecha de construcción en relieve.



Derecha: Vista actual del puente, ensanchado y alterado para llevar una carretera de dos carriles.

Página opuesta: Foto de c.1922 del Puente Blanco recién terminado. Los muros en piedra que sobresalen de los bordes del precipicio en ambos extremos eran los estribos del puente de acero que le antecedió. Aquí puede apreciarse sus dimensiones originales y la profundidad de la quebrada, cuya vegetación se taló para la construcción.



Puente Núm. 277; Guayo, Sifonte

Ubicado en:	**Bos. Limaní / Bartolo, Adjuntas / Lares**
Salva a:	**Río Guayo**
Terminado en:	**1924**
Tipo:	**Arco rebajado en hormigón, un tramo**
Longitud:	**21.9 metros**

Este bonito puente cercano al poblado Castañer pertenece al kilómetro 65 de la Carretera Núm. 135 de Adjuntas a Lares. Sus muros frontales tienen textura de agregado expuesto, mientras que las caras del arco y la cornisa de coronamiento son lisas, al igual que los muros de enlace. Estos últimos se presentan a manera de torrecillas que suben hasta formar los parapetos que rematan la balaustrada en un diseño que le es muy peculiar. Varios balaústres están rotos. El contratista, T. E. Sifonte, cobró $12,818 por su construcción.

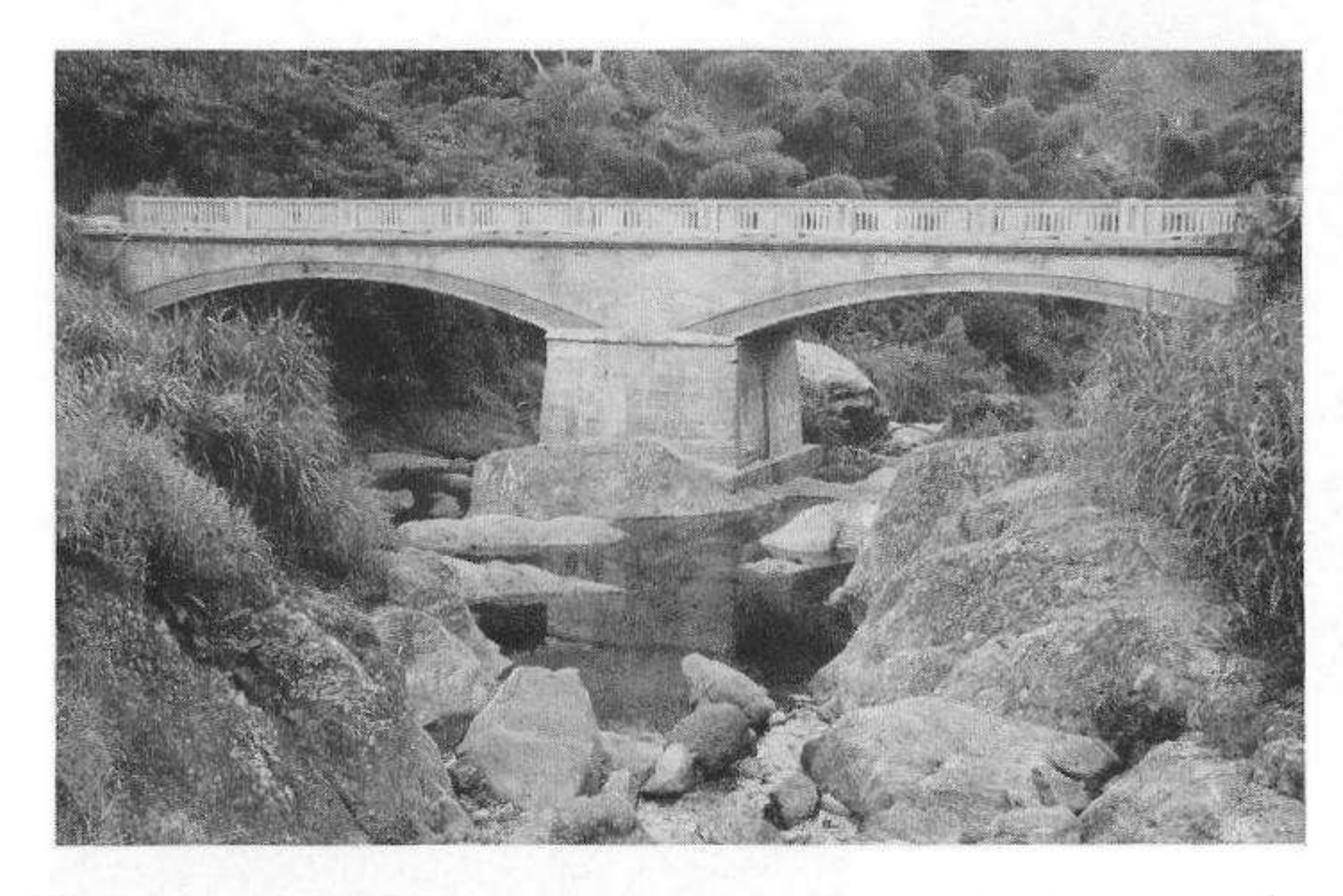


Vista del lado sur desde el cauce.

Puente Núm. 316; Toro Negro, de la Piedra [13]

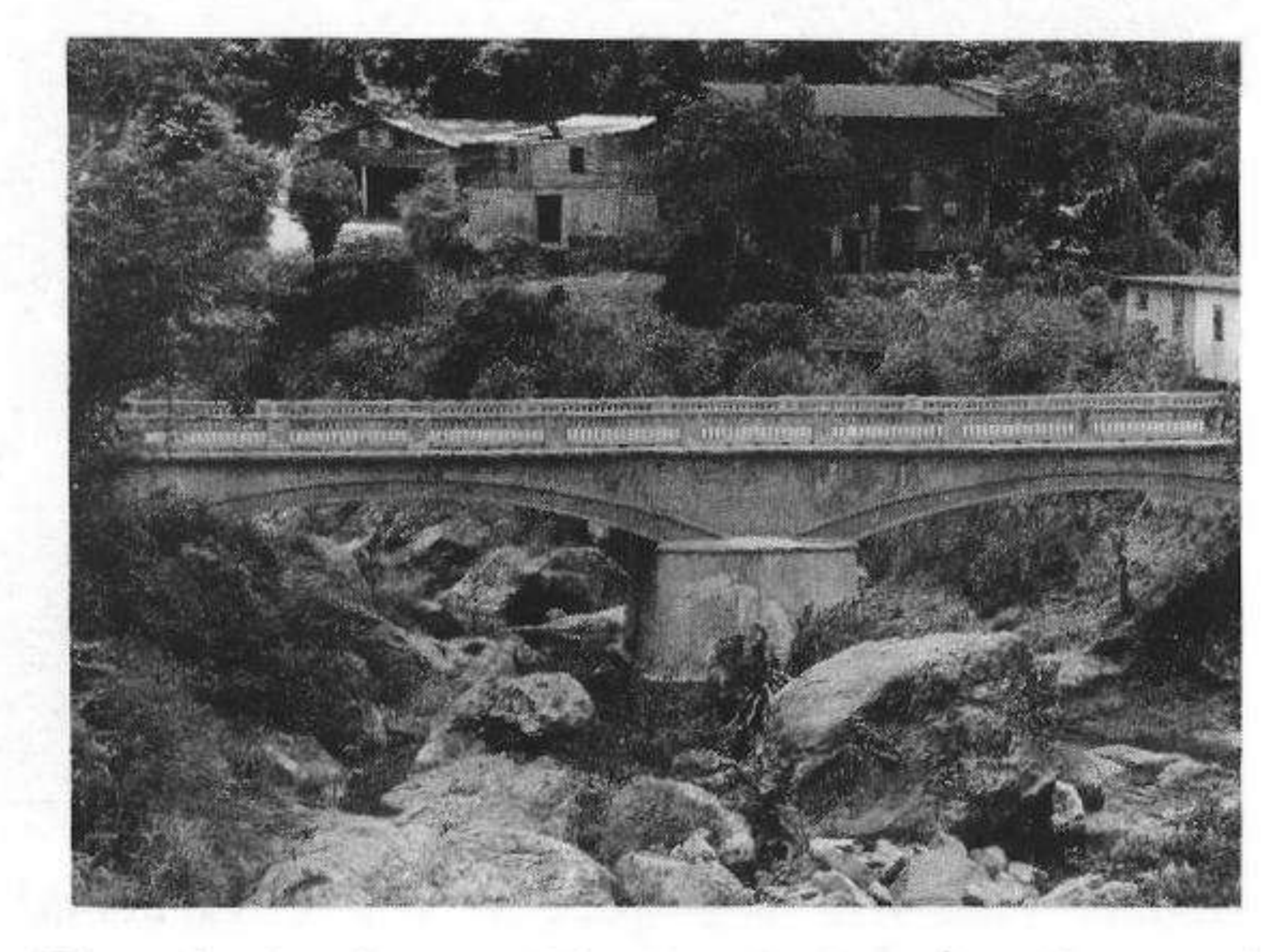
Ubicado en:	**Bo. Toro Negro, Ciales / Orocovis**
Salva a:	**Río Toro Negro**
Terminado en:	**1924**
Tipo:	**Arco rebajado en hormigón, 2 tramos**
Longitud:	**Tramo mayor: 18.0 metros** **total: 35.7 metros**

Este bonito puente, diseñado por Enrique Ortega y erigido por el contratista Adriano Gonzales a un costo de $21,053, se halla en el kilómetro 40.8 de la Carretera Núm. 149 entre Ciales y Villalba. Sus dos arcos rebajados salen de impostas y atraviesan a 24 pies sobre el nivel del río, uniéndose sobre una pilastra masiva en el centro, construída sobre una gigantesca roca en medio del cauce. El arco está resaltado con molduras en intradós y extradós. La balaustrada se compone de elementos rectos y finos, en vez de las formas torneadas normales.





Vista desde el oeste.



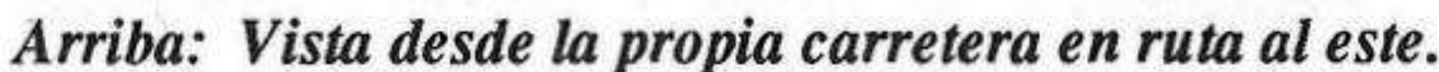
Vista desde el este; al fondo, el almacén y la casa de máquinas de la hacienda cafetalera "La Turbina".

Puente Núm. 214; Río Guaba [14]

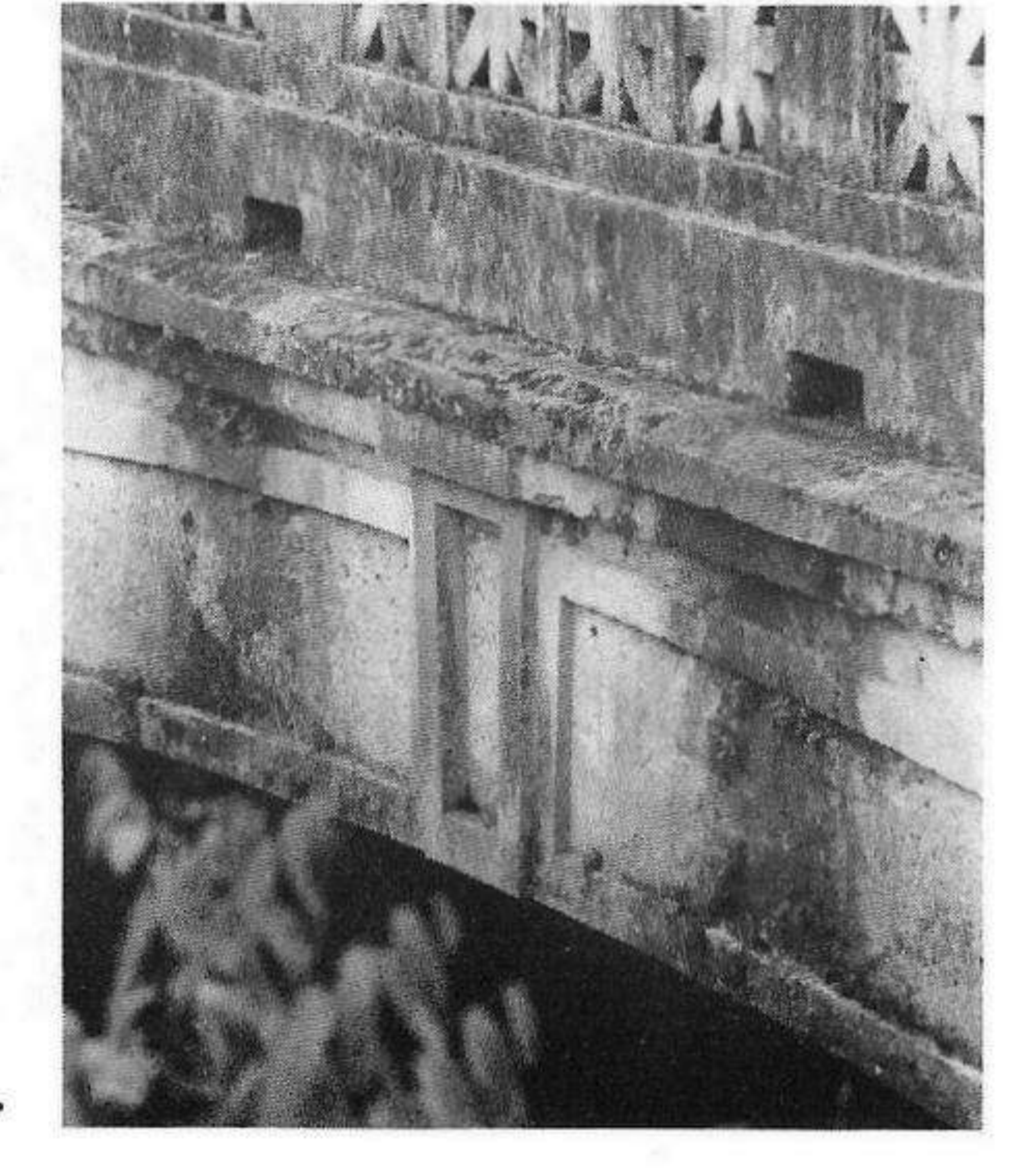
Ubicado en:	**Bos. Indiera Fría / Bucarabones, Maricao**
Salva a:	**Río Guaba**
Terminado en:	**1925**
Tipo:	**Arco rebajado en hormigón, un tramo**
Longitud:	**24.8 metros**

Esta estructura, erigida a un costo de $9,682, está ubicada en el kilómetro 30.3 de la Carretera Núm. 105 de Maricao a Lares y Yauco. El arco rebajado está resaltado por molduras en intradós y extradós. Otras molduras forman un medallón en la clave. Los estribos tienen relieves en las esquinas que imitan cantoneras de sillería. Tiene barandas de bloque ornamental sobre la cornisa de coronamiento.





***Arriba:** Vista desde la propia carretera en ruta al este.*



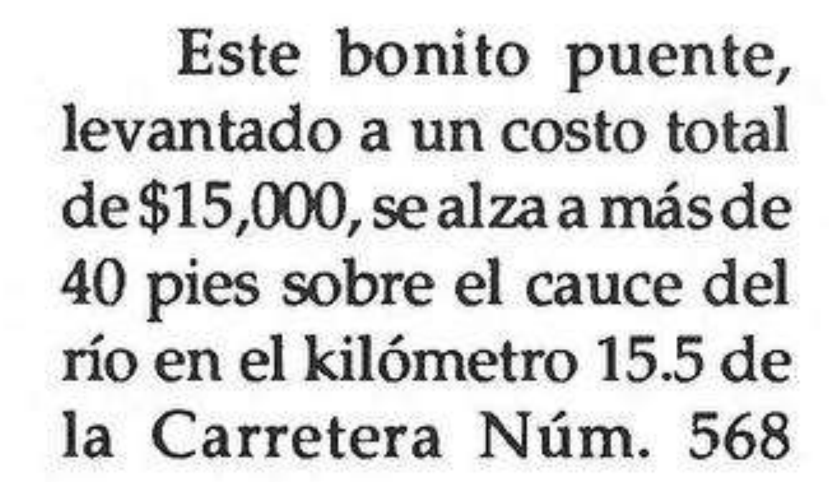
***Derecha:** Detalle de la clave y su ornamentación.*

Puente Núm. 503; del Riachuelo

Ubicado en:	**Bo. Palmarito, Corozal**
Salva a:	**Río Riachuelo**
Terminado en:	**1925**
Tipo:	**Arco rebajado en hormigón, un tramo**
Longitud:	**17.8 metros**

Este bonito puente, levantado a un costo total de $15,000, se alza a más de 40 pies sobre el cauce del río en el kilómetro 15.5 de la Carretera Núm. 568 entre Corozal y Orocovis. Los muros de enlace están decorados por molduras, los estribos por impostas, los muros frontales por la cornisa de coronamiento y las caras de los arcos por molduras a intradós y extradós. En la clave hay un medallón de moldura en forma de dovela. La balaustrada está seguida por hileras de parapetos ornamentados.

Desgraciadamente, la vecindad de la bandera pintada por un patriota desconocido en un estribo del puente está afectada por la basura de un vertedero clandestino creado por ciudadanos ignorantes y faltos de conciencia.



Vista oblicua. El cauce del río queda tan abajo que no se ve en la foto.

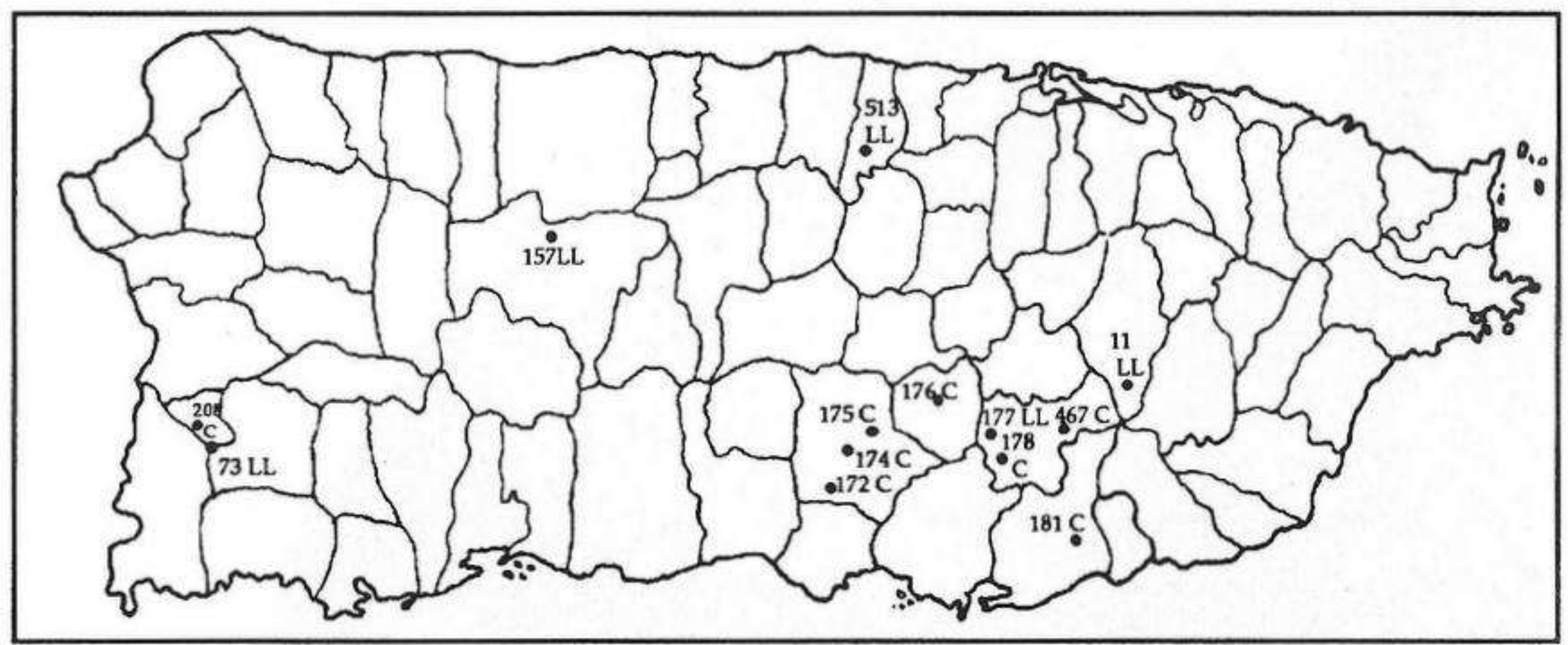
PUENTES METALICOS DE VIGAS LATERALES

Los primeros puentes erigidos por la humanidad fueron puentes de vigas: troncos atravesados sobre ríos u hondonadas. Cuando el hombre tuvo bestias de carga se vio obligado a colocar dos o más troncos juntos y tender sobre ellos una cubierta o piso plano para que éstas pudieran pasar. Cuando la distancia a salvarse resultaba mayor que la longitud práctica de las vigas de troncos, se recurrió a la colocación de tramos de maderos sobre una serie de soportes intermedios o pilas.

La viga es una estructura horizontal que puede sostener carga entre dos apoyos sin crear empuje lateral en éstos. En este tipo de estructura se desarrolla compresión en la parte de arriba y tensión en la parte de abajo. La madera y la mayoría de los metales son capaces de resistir ambos tipos de esfuerzo, al igual que el hormigón con refuerzo de acero.

En la década del 1840 se construyó en Inglaterra el primer puente de vigas de hierro forjado. En la mayoría de los puentes de vigas metálicas se utilizaba vigas ensambladas a base de placas. A menos que el puente fuera ancho, era más económico usar sólo dos vigas, colocadas en los laterales del puente, y sostener el tablero sobre viguetas transversales colocadas entre una y otra.

El avance científico y matemático de la época permitía conocer el funcionamiento de la viga como elemento estructural. Las vigas metálicas se diseñaban para resistir la carga con el mínimo de costo. Las vigas y viguetas tenían dos tipos de elemento: un centro vertical, o "alma", y dos "alas" horizontales centralizadas encima y debajo de éste. El ala de arriba queda en compresión, y el de abajo en tensión; mientras que el alma



MAPA 2: Distribución de los puentes históricos metálicos de vigas laterales. Los puentes de celosía aparecen marcados con una "C" y los de alma llena con "LL".

las amarra de forma que los tres elementos funcionen al unísono.

Las vigas se pueden clasificar según tengan su alma sólida ("viga de alma llena") o consista ésta total o parcialmente de un entramado diagonal de elementos finos ("viga de celosía"). La celosía se usaba para aligerar las vigas de tramos mayores y reducir su costo en material. Para tramos cortos y viguetas se prefería al alma llena por su menor costo de ensamblaje.

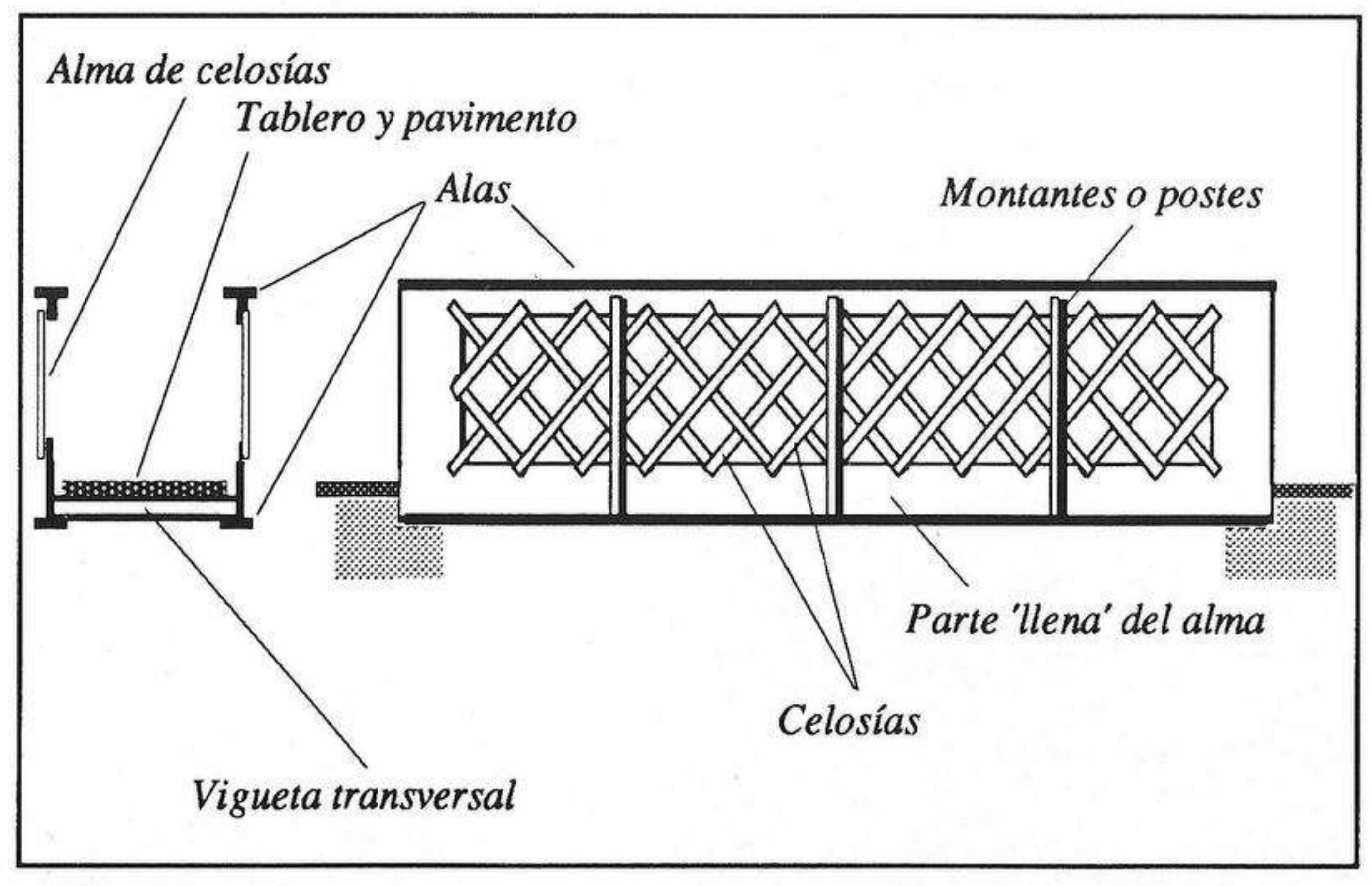
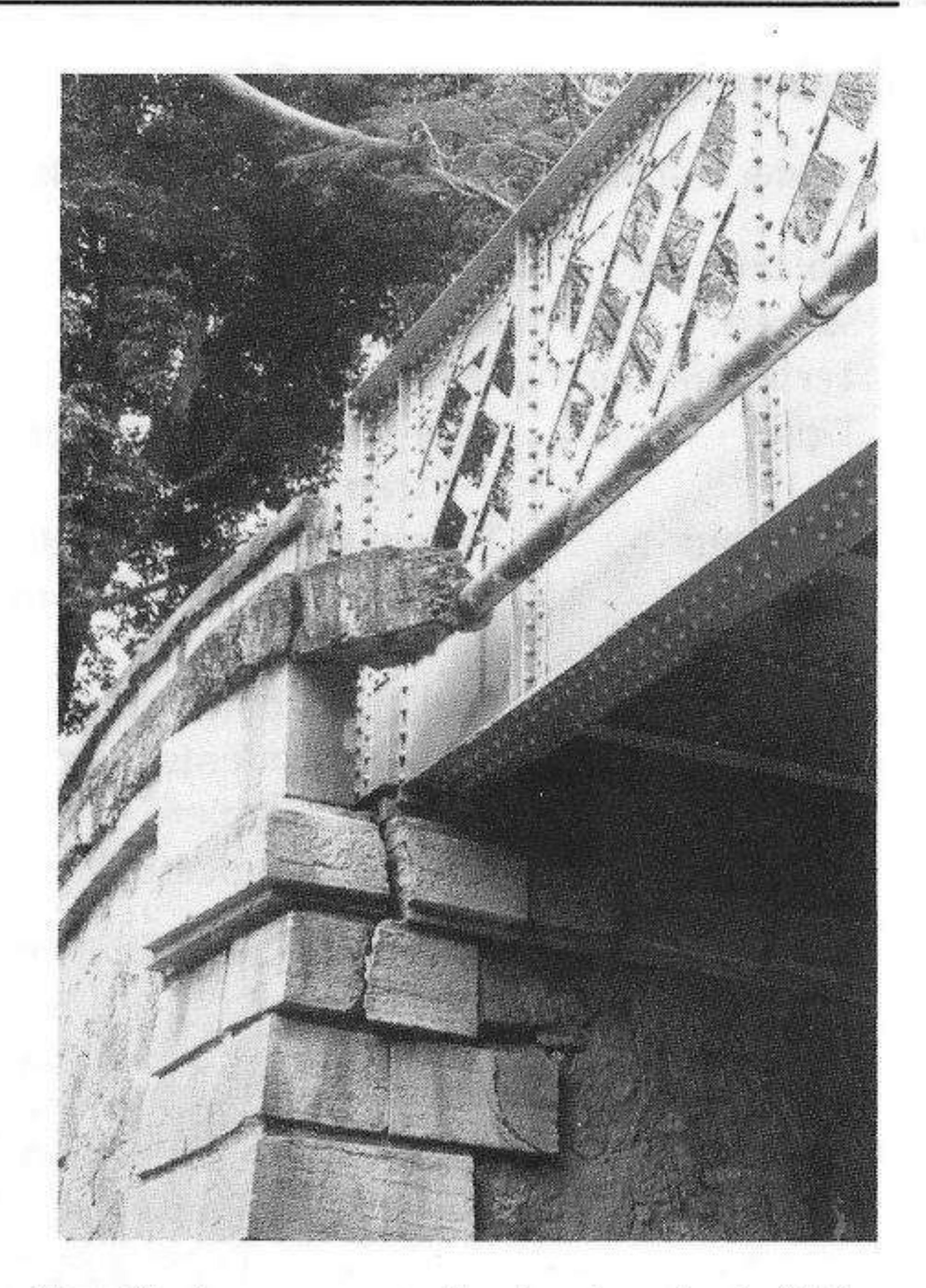


FIGURA 5: Elementos de un puente de vigas laterales, usando como ejemplo una viga de celosía.



Detalle de un puente de viga de celosía (Núm. 175). La foto muestra cómo el montante refuerza el alma donde conecta la vigueta. También se ve la placa del apoyo móvil.

PUENTES DE VIGA DE CELOSIA

Puente Núm. 174; Padre Iñigo; de Coamo [15]

Ubicado en:	**Bo. Palmarejo, Coamo**
Salva a:	**Río Coamo**
Terminado en:	**1879**
Tipo:	**Viga lateral de celosía en hierro, 2 tramos continuos**
Longitud:	**Tramo mayor: 26.6 metros**
	total: 53.2 metros

Este puente de dos vigas continuas se encuentra abandonado junto al puente moderno del kilómetro 34.2 de la Carretera Núm. 14, que entre Ponce y Cayey corresponde a la antigua Carretera Central. Los estribos y la pilastra de 14 pies de altura son de mampostería con aristones y tajamares de sillería, así como con almohadillas y cornisas. El tercio inferior del alma de las vigas está llena. Las vigas son continuas y están reforzadas con montantes, especialmente sobre la pilastra. El tablero es a base de viguetas y planchas de hierro.

El puente fue diseñado por el ingeniero Raimundo Camprubí. La estructura de hierro de 70 toneladas la fabricó el taller *Eugene Rollin & Cía.* de Bélgica por 29,590 francos, y se trajo a bordo del buque "Galeón". Su capacidad de carga por diseño fue de 2,370 Kg. Sus fundaciones son de pilotes de madera de tachuelo de tres metros de profundidad.

A unos trescientos metros al noreste de este puente, en la vecindad de la Carretera Central, hubo un combate entre tropas estadounidenses y españolas el 7 de agosto de 1898. El resultado fue la rendición de 162 españoles, la huída de varios más hacia el grueso de su ejército que se atrincheraba en las montañas del Asomante y la muerte de su comandante Rafael Martínez Illescas, del capitán Frutos López y de tres soldados españoles más. [16]

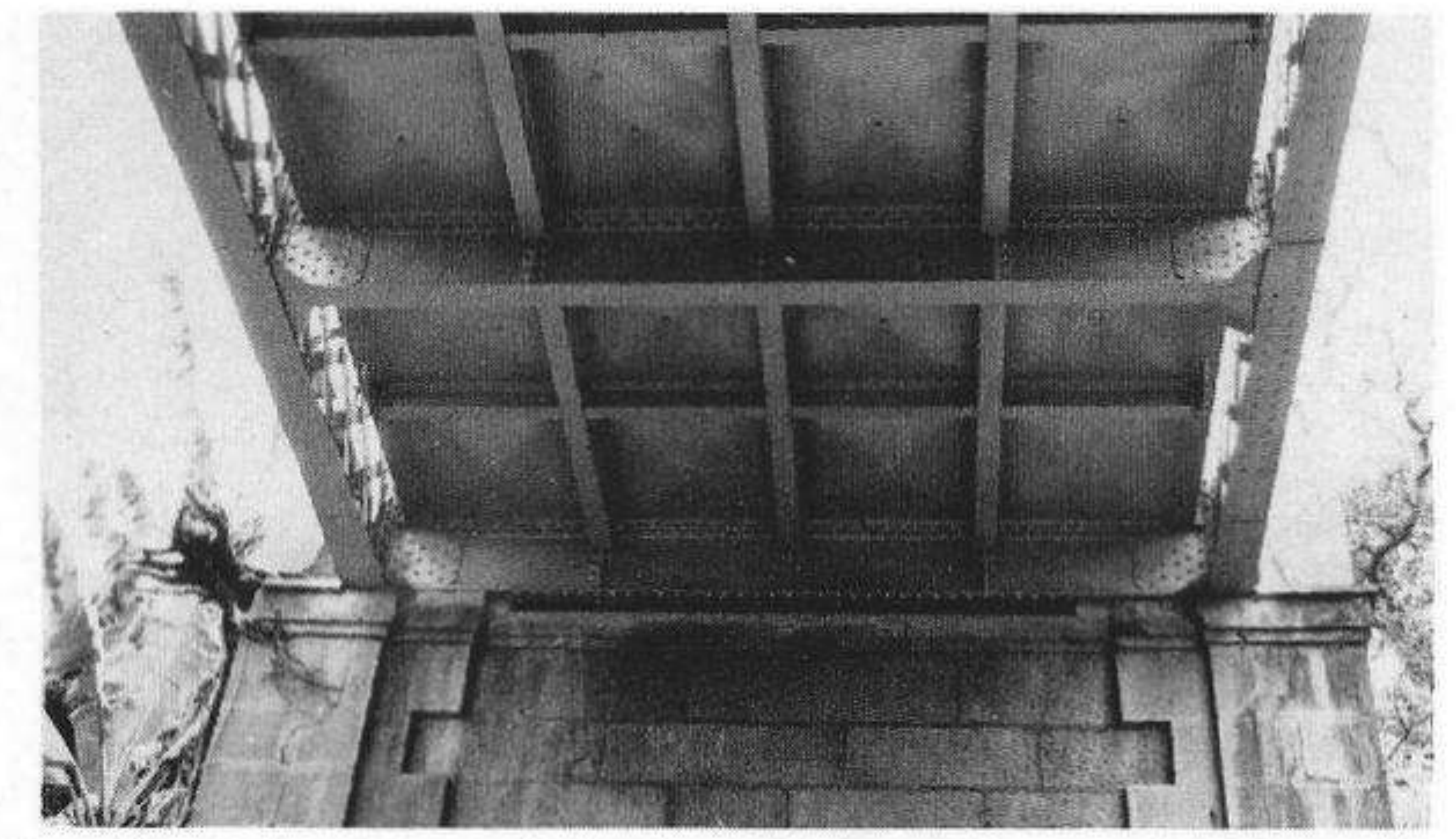




Arriba: Vista desde el puente nuevo. Las vigas continuas están reforzadas sobre la pilastra
Página opuesta: El puente Iñigo al frente del puente nuevo.

Puente Núm. 467; la Liendre [17]

Ubicado en:	**Bos. Vegas / Arenas, Cayey**
Salva a:	**Quebrada Beatriz**
Terminado en:	**1877**
Tipo:	**Viga lateral de celosía en hierro, un tramo**
Longitud:	**17.9 metros**



Detalle del tablero del puente que muestra las planchas bombeadas con sus drenajes centrales y el sistema de vigas y viguetas. También puede apreciarse el magnífico trabajo en sillería del estribo.

Este puente, que atraviesa a unos 50 pies por sobre el lecho de la quebrada, se encuentra en uso en el kilómetro 0.7 de la Carretera Núm. 735, antiguamente parte de la Carretera Central entre Cayey y Caguas. El más antiguo de los puentes de celosía, se distingue de los demás por los elementos verticales ondulados de sus cordones en "T", la extensión vertical de la celosía, que abarca toda el alma de la viga, y las viguetas secundarias del tablero que corren perpendiculares a las transversales para sostener por sus cuatro lados a las placas de hierro de drenaje central que soportan el pavimento. Este sistema de tablero, más rígido que el usado en la mayoría de los puentes de celosía, ha de responder a la ausencia de una parte sólida inferior del alma que ayude a sostener las viguetas transversales.

El puente fue diseñado por el Ing. López Bayo. La adquisición de la estructura metálica en Europa estuvo a cargo de José de Echevarría, para entonces el Comisionado de Obras Públicas Residente en París. El acero fue fabricado por *Eugene Rollin y Cía.*, de Bélgica, por 9,410 francos, y transportado a bordo del buque danés "Galeón". La fundación de los estribos es de hormigón. De los estribos de sillería resaltan aristones, zócalos y *cadenas* del mismo material. Sobre las esquinas de las cornisas quedan partes de los pilares en piedra que envolvían y protegían las esquinas de las vigas.



Vista general, mostrando la extensión vertical total de la celosía.

Puente Núm. 172; Obispo Zengotita; Río Descalabrado [18]

Ubicado en:	**Bo. Descalabrado, Coamo**
Salva a:	**Río Descalabrado**
Terminado en:	**1879**
Tipo:	**Viga lateral de celosía en hierro, un tramo**
Longitud:	**21.5 metros**

Este puente continúa en uso en el kilómetro 23.9 de la Carretera Núm. 14, que corresponde al trozo de la antigua Carretera Central entre Juana Díaz y Coamo. Por sus proporciones, la perfección de sus estribos y el ambiente que le rodea, este puente resulta de gran valor estético.

Raimundo Camprubí realizó el diseño general. José de Echevarría ejecutó el diseño del tramo metálico y negoció su adquisición desde su oficina en París. Los elementos de hierro fueron preparados por *Eugene Rollin y Cía.*, de Ouburg, Bélgica a un costo de 57,626 pesetas. Con un peso total de 26 toneladas y 800 kilogramos, las piezas llegaron a Ponce a bordo del velero danés "Galeón". Esta construcción reemplazó una estructura de madera.

El alma de las vigas es de celosía en sus dos terceras partes superiores, y está reforzada por montantes cada metro. El ensamblaje del hierro y la erección de los preciosos estribos de once pies de altura con cornisamentos y cantoneras, todo en sillería de mármol nativo, estuvieron a cargo del propio Ing. Camprubí. Los muros de enlace en mampostería con cornisa de coronamiento en sillería sostienen hileras de tres o cuatro parapetos decorados. Las pilastras de sillería que protegían las esquinas o cabezas del puente han desaparecido.



Detalle del asiento del puente sobre el estribo construído en preciosa sillería de mármol.



Vista de la cara sur del puente desde el cauce del río Descalabrado. El eje del puente es oblicuo respecto a la dirección del río.

Puente Núm. 175; Cuyón; de las Calabazas [19]

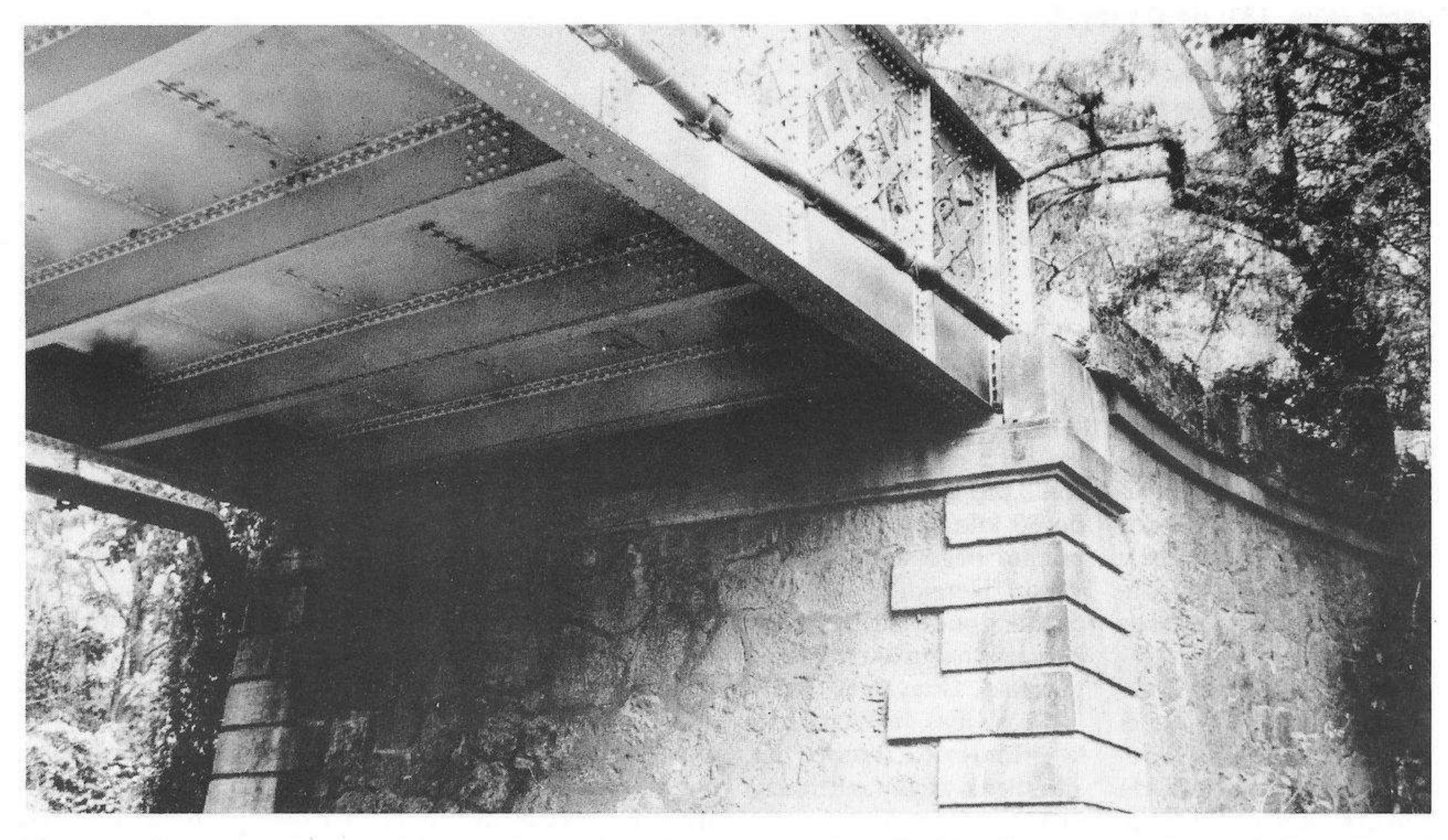
Ubicado en:	**Bo. Cuyón, Coamo**
Salva a:	**Río Cuyón**
Terminado en:	**1882**
Tipo:	**Viga lateral de celosía en hierro, un tramo**
Longitud:	**21.4 metros**



Vista desde la carretera en dirección norte.

Este puente continúa en uso en el kilómetro 39 de la Carretera Núm. 14. Este fue diseñado para la Carretera Central por el Ing. Raimundo Camprubí, con la ayuda del ingeniero José de Echevarría para la adquisición del tramo de metal en Europa. Fue fabricado en Bélgica por *Eugene Rollin & Cía.* a un costo de 59,608 pesetas, y llegó a bordo del velero danés "Galeón". El propio ingeniero Camprubí ensambló la superestructura y construyó los estribos sobre cimientos de hormigón.

Los muros de enlace, largos y curvos, son de mampostería con aristones, almohadilladas, zócalos y cornisas de coronamiento en sillería. Sobre los muros hay parapetos continuos en mampostería con cornisamentos. Las vigas de celosía son similares a las del Puente 172, con montantes y alma llena en el tercio inferior. El tablero es de planchas bombeadas apoyadas sobre vigas transversales.



Detalle que muestra las vigas transversales y las planchas bombeadas hacia arriba del tablero, así como la parte inferior llena del alma de la viga principal. El estribo en mampostería muestra un artístico aristón en sillería.

Puente Núm. 181; de Cayey [20]

Ubicado en:	**Bos. Caimital / Palmas, Guayama**
Salva a:	**Río Guamaní**
Terminado en:	**1891**
Tipo:	**Viga lateral de celosía en hierro, 2 tramos**
Longitud:	**tramo mayor: 20.1 metros**
	total: 43.5 metros

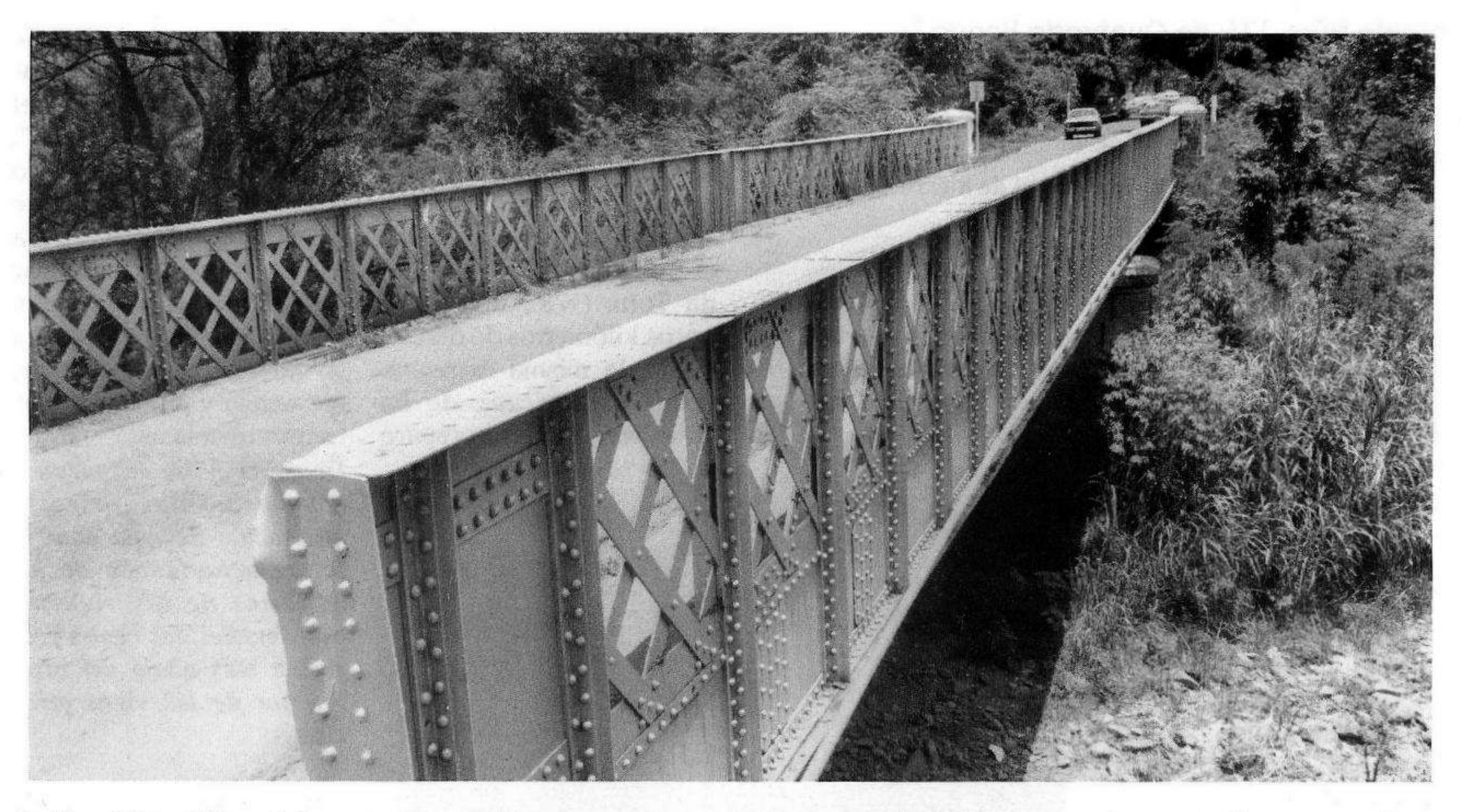


Este puente oblicuo de dos tramos, cada uno con apoyo sencillo, se conserva en uso en el kilómetro 1 de la Carretera Núm. 15, la antigua ruta de Cayey a Guayama. Fue precedido por dos estructuras, una río arriba y otra río abajo del puente actual, habiendo sido ambas víctimas de crecientes.

Fabricó los elementos de hierro el taller *Nicrisse & Decluve*, de La Louviere, Bélgica, a un costo total de 19,343.78 pesos. Enrique Gadea estuvo encargado del trámite de inspección y compra en Europa. La carga permanente utilizada en el diseño fue de 4,455 Kg., mientras que la accidental era de 2 carretas cargadas con 3,000 Kg. y 3 personas de 80 kilos cada una. El puente llegó a bordo del vapor "Hereford" a Ponce, desde donde se llevó en barcaza hasta Arroyo, el puerto de Guayama.

Las vigas tienen más de la tercera parte inferior del alma llena, y montantes cada metro. Se notan varios parchos de plancha metálica en sus vigas principales. Sus esquinas están protegidas por pilares de sillería. El tablero consiste de vigas transversales con planchas bombeadas.

Los estribos y la pilastra de casi treinta pies de altura en mampostería con aristones y bases en ladrillo son muy atractivos.



***Arriba:* Vista oblicua del puente. La esquina cercana, contrario a las que están al fondo, no está ya protegida por una pilastra en piedra y como consecuencia ha sufrido daños.**
***Página opuesta:* Detalle del estribo norte. El estribo está muy bien trabajado y resulta muy atractivo.**

Puente Núm. 176; de Quebrada Honda [21]

Ubicado en:	**Bos. Robles / Plata, Aibonito**
Salva a:	**Quebrada Honda**
Terminado en:	**1892**
Tipo:	**Viga lateral de hierro de celosía, un tramo**
Longitud:	**13.1 metros**

Este bonito puente continúa en uso en el kilómetro 57.2 de la Carretera Núm. 14 entre Cayey y Aibonito, un trozo de la Carretera Central. Ese tramo de carretera se abrió al tránsito vehicular para 1886, aunque con algunos puentes provisionales. En 1889 el puente provisional en madera que había en este lugar sufrió daños y se decidió reemplazarlo. Se usó para ello el diseño hecho desde 1887 por el ingeniero Manuel Maeso.

Los estribos y muros de enlace tienen unos 24 pies de altura; son en sillería con zócalos, impostas de coronamiento, cornisamentos, parapetos continuos y pilares de esquina en el mismo material. Las vigas tienen lleno el tercio inferior del alma y montantes cada metro. El tablero consiste de vigas transversales achaflanadas y planchas bombeadas.

Se encargaron a la vez este puente y el de la quebrada Toíta (178), ubicado a pocos kilómetros de distancia en la misma carretera. *Nicrisse y Delcuve*, de La Louviere, Bélgica, preparó los elementos de hierro de ambos puentes. Estos llegaron a Ponce a bordo del vapor español "Niceto". Justo Marcos Izquierdo contrató la construcción de los estribos de ambos, para lo cual tuvo que emplear fundaciones de hormigón. El ingeniero Tulio Larrinaga se encargó de transportar, ensamblar y pintar a ambos tramos metálicos.



Izquierda: Vista del puente y del camino que vadea la quebrada. Se nota aquí la forma achaflanada de los extremos de las viguetas transversales, las cuales proyectan más abajo del nivel inferior de las vigas principales.

Página opuesta: vista del puente y la carretera en la cual se aprecia el gran trabajo de sillería.



Puente Núm. 208; de Torréns, de Hormigueros [22]

Ubicado en:	**Bo. Hormigueros, Hormigueros**
Salva a:	**Río Rosario**
Terminado en:	**1878**
Tipo:	**Viga lateral de celosía en hierro, un tramo**
Longitud:	**21.4 metros**

Este puente, cuyos estribos de fábrica fueron rebajados hace una década para mejorar la visibilidad de los conductores, continúa en uso en el kilómetro 1.5 de la Carretera Núm. 319, el acceso original a Hormigueros desde la antigua carretera de Mayagüez a San Germán. La estructura, cuya altura actual sobre el río es de sólo seis pies, lleva el nombre de Modesto Torréns, alcalde delegado de Hormigueros en la época de su construcción. Este puente vino a sustituir a uno de madera. La Iglesia de la Virgen de la Monserrate de Hormigueros y su Casa de Peregrinos atraían feligreses que venían en peregrinación desde las partes más distantes de la isla.

El puente fue diseñado y adquirido por José de Echevarría en París. Los elementos de hierro provienen del taller de *Eugene Rollin & Cía.* en Bélgica, a un costo de 11,067 francos. José Lago fue el contratista a cargo de ensamblar e instalar la estructura, la cual entró a la isla por el puerto de Mayagüez. La viga tiene casi la mitad inferior del alma llena y montantes cada metro. El tablero de viguetas transversales ha sufrido reparaciones sustanciales.



Vista desde el este. Se aprecia que casi la mitad inferior del alma de la viga es "llena".

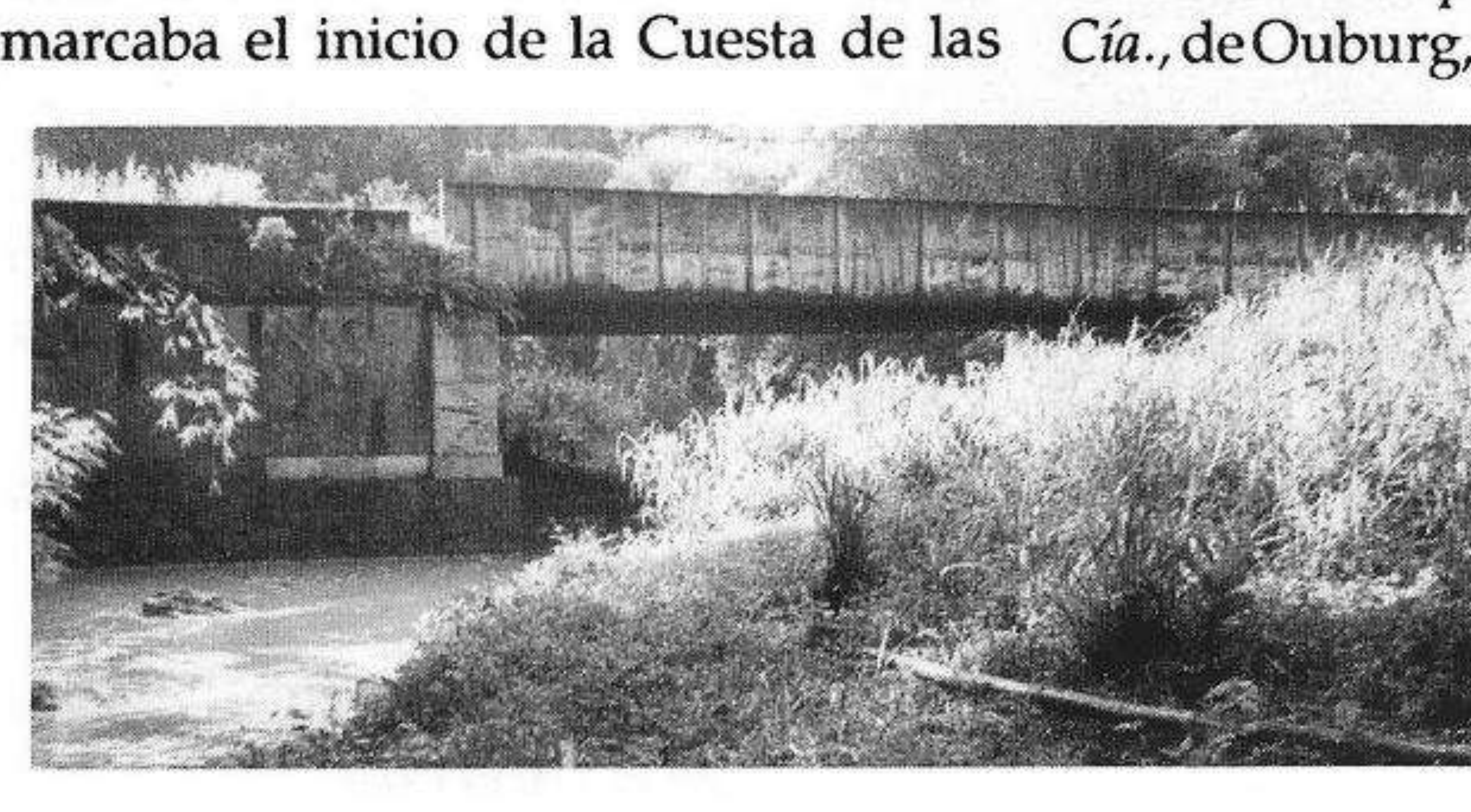
PUENTES DE VIGA DE ALMA LLENA

Puente Núm. 11; Las Quebradillas [23]

Ubicado en: **Bos. Turabo / Beatriz, Caguas**
Salva a: **Quebrada las Quebradillas**
Terminado en: **1881**
Tipo: **Viga lateral de alma llena en hierro, un tramo**
Longitud: **18 metros**

Este bonito puente del tramo de Caguas a Cayey de la antigua Carretera Central se encuentra, abandonado y expuesto a la corrosión, junto al puente moderno del kilómetro 41.3 de la Carretera Núm. 1. Esta estructura marcaba el inicio de la Cuesta de las Cruces, cuya funesta fama había sido ganada antes de la pavimentación de la carretera. Los estribos en mampostería se trabajaron con aristones y zócalos en sillería de mármol porque esa vecindad estaba muy poblada para entonces.

Diseñado por el Ing. López Bayo, su construcción comenzó en 1877. Los elementos de metal fueron preparados según las especificaciones del ingeniero José de Echevarría por *Eugene Rollin & Cía.*, de Ouburg, Bélgica, a un costo de 2,662 pesos. Sus vigas tienen el alma reforzada por montantes. El tramo se trajo a Puerto Rico a bordo de un buque danés.





***A la izquierda:* Vista parcial del puente y de su estribo norte.**

***A la derecha:* Detalle de aristón y base en mármol.**

Puente Núm. 177; del Río Matón [24]

Ubicado en:	**Bo. Matón Abajo, Cayey**
Salva a:	**Río Matón**
Terminado en:	**1886**
Tipo:	**Viga lateral de alma llena en hierro, un tramo**
Longitud:	**19.4 metros**



Este puente, el más atractivo y bien conservado de su tipo, se encuentra en uso en el kilómetro 63.2 de la Carretera Núm. 14, la antigua Carretera Central entre Cayey y Aibonito. Llama la atención principalmente por sus estribos en ladrillo de unos 35 pies de altura con aristones, zócalos e impostas de coronamiento en sillería y pilastras en mampostería con cornisamentos en piedra para proteger las cabezas de las vigas. Extensos muros de enlace coronados por parapetos continuos en mampostería con impostas de coronamiento y cornisamentos añaden a su porte.

Es un diseño del Ing. López Bayo. Las fundaciones se apoyan directamente sobre roca dura. El tramo de hierro se compró en Europa por 11,105 francos. El tablero es de vigas transversales y planchas bombeadas.

Izquierda: Detalle del tablero y sus planchas bombeadas.

Página opuesta: Vista general de la estructura.



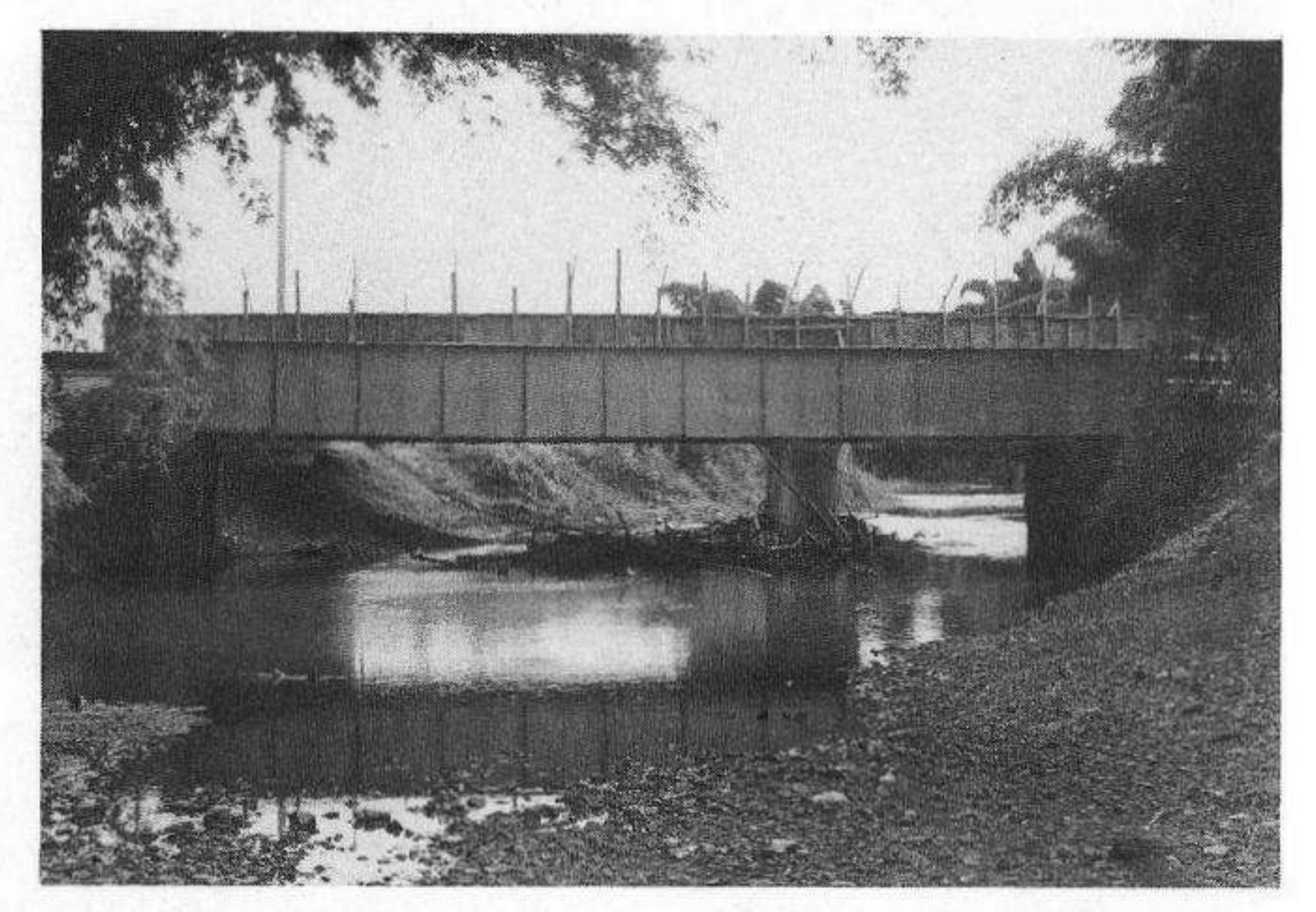
Puente Núm. 73; Pezuela [25]

Ubicado en:	**Cabo Rojo / San Germán / Hormigueros**
Salva a:	**Río Guanajibo**
Terminado en:	**1879**
Tipo:	**Viga lateral de alma llena en hierro, un tramo**
Longitud:	**39.8 metros**

Este puente se encuentra abandonado junto al puente moderno en el kilómetro 10.1 de la Carretera Núm. 114, la antigua ruta macadamizada de Mayagüez a San Germán. Sus estribos crean turbulencias que ponen en peligro al puente moderno paralelo y es necesaria su remoción, por lo cual el municipio de Hormigueros planea mudarlo y darle uso peatonal.

Se levantó dinero para su construcción cobrando un pontazgo en el puente de madera que le antecedió. En 1870 se le había encargado su "planificación y presupuestación" al ingeniero Antonio Ruiz Quiñones, hermano paterno del patriota Segundo Ruiz Belvis. Sin embargo, el plano por el cual eventualmente se construyó lo realizó José de Echevarría, el ingeniero residente en París, quien también gestionó su compra. El estimado de costo ascendió a 2,684 pesos, según el ingeniero Pedro Tulosa. Sus elementos de hierro los preparó el taller *Eugene Rollin & Cía.*, de Bélgica, a un costo de 7,410 francos y lo erigió Raimundo Camprubí.

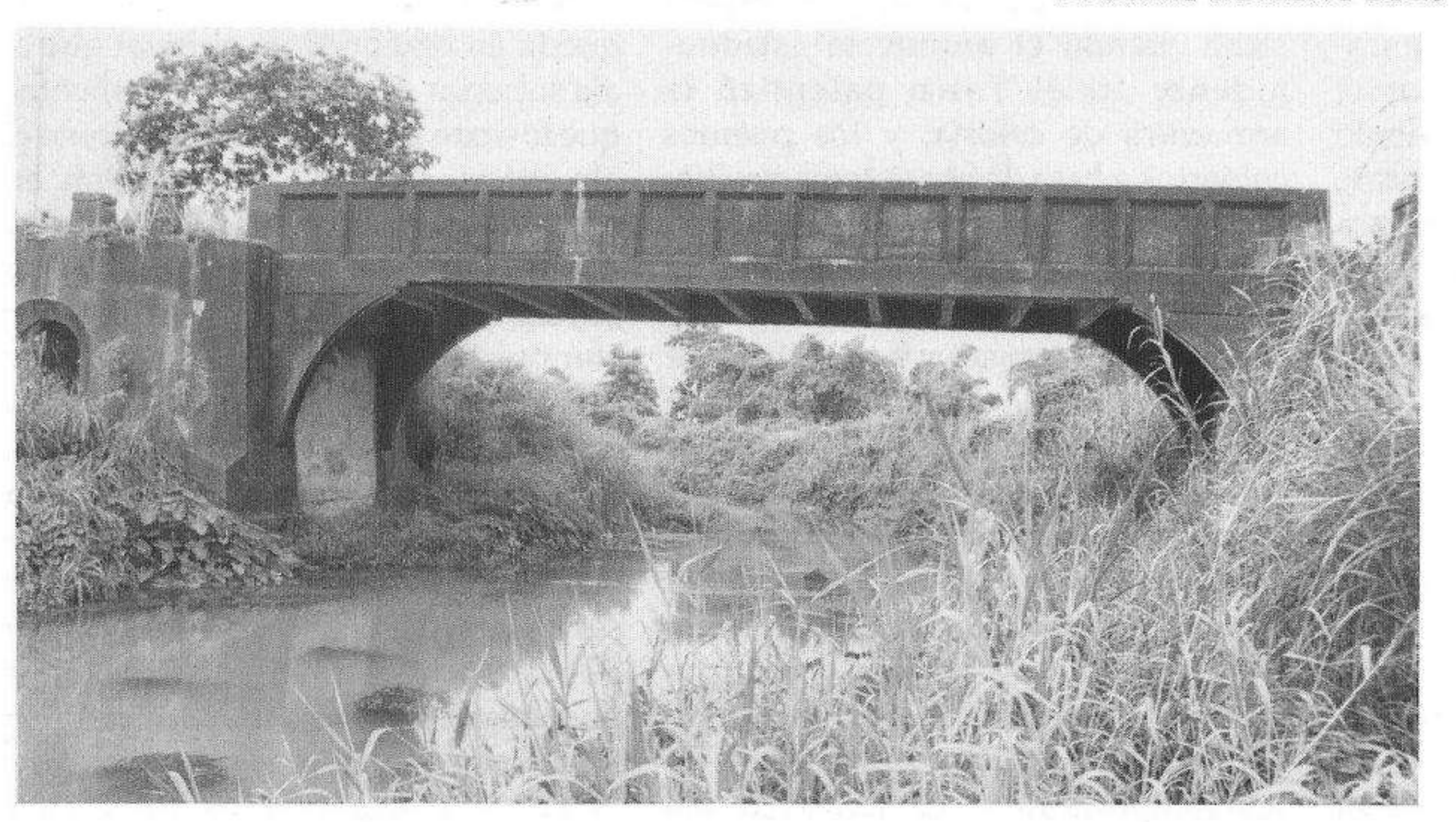
El peso original del hierro era de 1110 kg., y el del pavimento 1800 Kg. Las vigas tienen el alma reforzada por montantes. El tablero es de planchas bombeadas de hierro apoyadas sobre vigas transversales. Los estribos están hechos completamente de ladrillo, de lo cual no hay más de dos ejemplos adicionales entre los puentes históricos. En la construcción de los cimientos se usó hormigón.



Vista general. El puente nuevo en construcción se ve detrás.

Puente Núm. 513; de Vega Baja, del Río Cibuco, La Vega [26]

Ubicado en: **Bos. Río Abajo / Ceiba, Vega Baja**
Salva a: **Río Cibuco**
Terminado en: **1886**
Tipo: **Viga lateral de alma llena en hierro revestida en hormigón, un tramo**
Longitud: **19.9 metros**



Este singular puente se encuentra en uso en el kilómetro 7.5 de la Carretera Núm. 676, el antiguo camino de Vega Alta a Vega Baja. Sustituyó a un puente de madera cuya primera versión era del 1830.

El tramo de hierro de 25 toneladas lo fabricó *Duclos & Cie.*, de París, a un costo de 30,035 pesetas (Ver foto en la página 33). Lo erigió Raimundo Camprubí sobre los estribos del puente anterior. Su tablero original, sostenido por viguetas transversales, era en madera en vez de planchas metálicas.

En 1917 se le hizo una reparación sustancial, en la cual se recubrió las vigas de hierro con hormigón y se empañetó los estribos. Unos pies de amigo, también recubiertos en hormigón, ayudan a sostener las vigas principales. El estribo oeste comprende una alcantarilla abovedada para defender la estructura en las crecientes. Se nota la huella de una placa grande en metal que estuvo en el centro del lado sur, la cual leía "Puente La Vega".

PUENTES METALICOS DE ARMADURA Y DE ARMAZON LATERAL

La armadura es una viga compuesta por elementos relativamente cortos y esbeltos conectados por sus extremos. La carga fija del peso del pavimento y la carga móvil que atraviese el puente se transmiten por medio de las viguetas transversales del tablero directamente a las conexiones de los elementos de la armadura. En las diversas configuraciones triangulares creadas por el ingeniero diseñador, cada elemento queda o en tensión o en compresión, según el patrón de cargas, pero nunca están sometidos a cargas que tiendan a flexionarlos. Este sistema permite realizar a un costo razonable y con un gasto mínimo de material estructuras de metal que salvan desde treinta hasta más de cien metros, distancias que resultan económicamente imposibles para estructuras que funcionen a base de flexión, como las vigas simples de la sección anterior.

Existen múltiples maneras de colocar efectivamente los elementos de las armaduras, y éstas se clasifican según esas configuraciones (Ver las Figuras 8 y 9).

Para 1570 el arquitecto-ingeniero italiano Andrea Palladio publicó un tratado en el cual mencionaba la armadura en madera como estructura utilizada en puentes.[27] El uso de la armadura en madera se popuarizó para 1820, cuando el arquitecto estadounidense Ithiel Town patentizó la armadura de celosía, y los puentes cubiertos a base de ese sistema proliferaron por todo la parte oriental de su país. Para el 1840 se comenzó a usar la armadura de hierro. Los elementos de las primeras armaduras metálicas se unían por medio de pasadores, pero pronto estos dieron paso a las conexiones a base de placas y roblones. A cada placa se fijaban todos los elementos de una junta. Hacia fines del siglo 19, el hierro fue siendo sustituído por acero.

En Estados Unidos la armadura metálica se popularizó en forma de varios sistemas patentizados a base de sus configuraciones. La mayoría de los puentes de cierta envergadura hechos entre los años 1850 y 1925 en Estados Unidos eran de armadura metálica.[28] Esa misma situación existió en Puerto Rico entre 1872 y 1910.

La armadura funciona de forma análoga a la viga. La hilera superior de elementos, llamado *cordón superior*, queda en compresión, al igual que el ala superior de la viga. Los elementos que forman el cordón inferior, como el ala inferior de la viga, quedan en tensión. Los elementos verticales y diagonales que van de uno a otro cordón quedan en tensión o en compresión según la configuración y según cambia la posición de la carga móvil. Los elementos sujetos sólo a tensión bajo cualquier patrón de carga posible son esbeltos. Los demás elementos son más masivos; pueden ser piezas que dejen el centro hueco y que a su vez estén formadas por pequeños elementos triangulares. En las armazones *poligonales* o *parabólicas* el cordón superior es de forma

poligonal con su punto de mayor peralto en el centro; en las *rectangulares* este cordón es horizontal. El cordón inferior es generalmente horizontal.

La armadura de *tablero superior* queda totalmente debajo del tablero, el cual se apoya sobre las placas de los cordones superiores (Figura 6). El puente ferroviario que había en Guajataca era de este tipo. La armadura de *tablero inferior* sostiene al tablero por medio de las placas o pasadores de sus cordones inferiores (Figura 7). Todos los puentes de armadura que quedan en pie en la isla son de esta clase.

Según la clasificación del estudio detallada en el apéndice, estamos llamando *armadura* a un puente de tablero inferior cuyas vigas armadas están unidas por encima del nivel del tablero por elementos de arriostramiento, y *armazón lateral* a un puente que no tiene arriostramiento uniendo a sus cordones superiores. Esto se ilustra en la Figura 7.

De las muchas patentes que surgieron en los 1840 y 1850, dos tipos básicos se impusieron hacia fines del

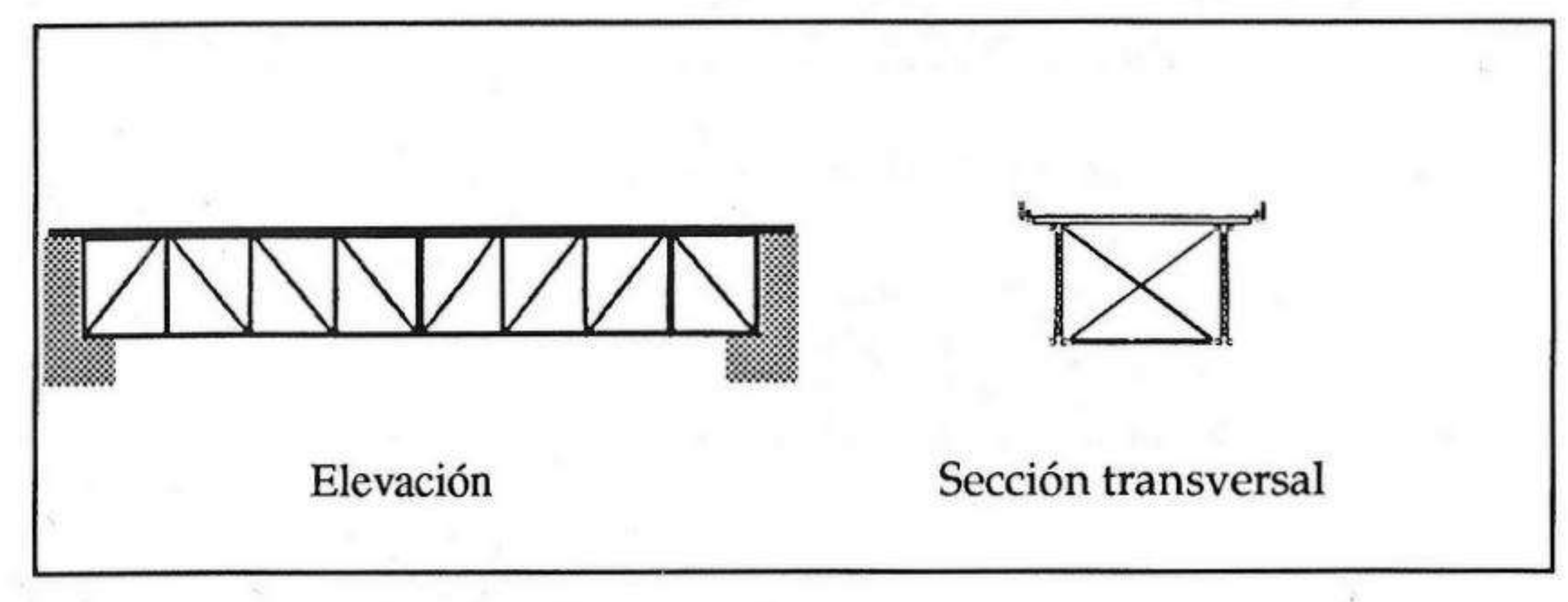


FIGURA 6: Armadura de tablero superior.

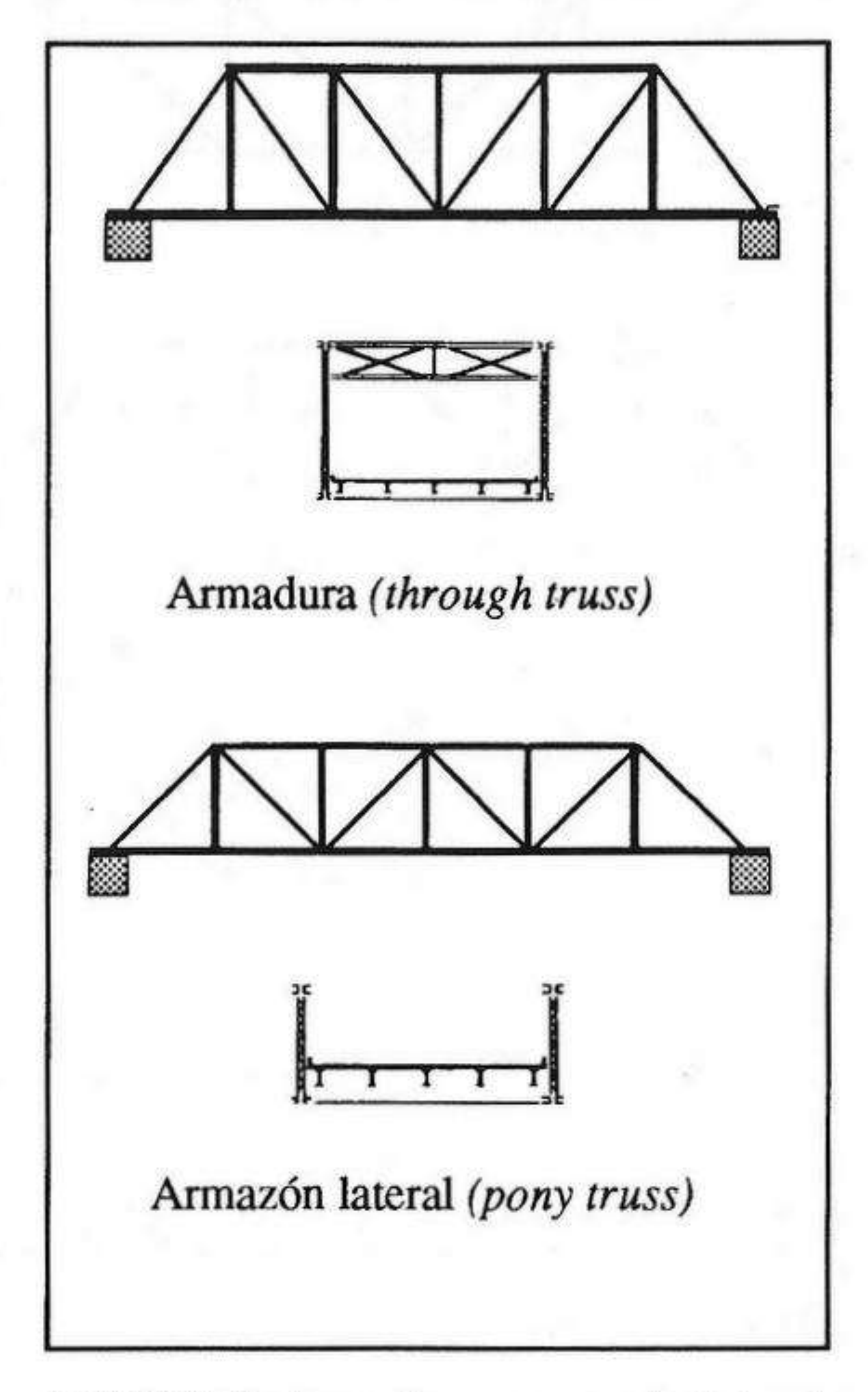


FIGURA 7: Armadura y armazón lateral, ambas de tablero inferior.

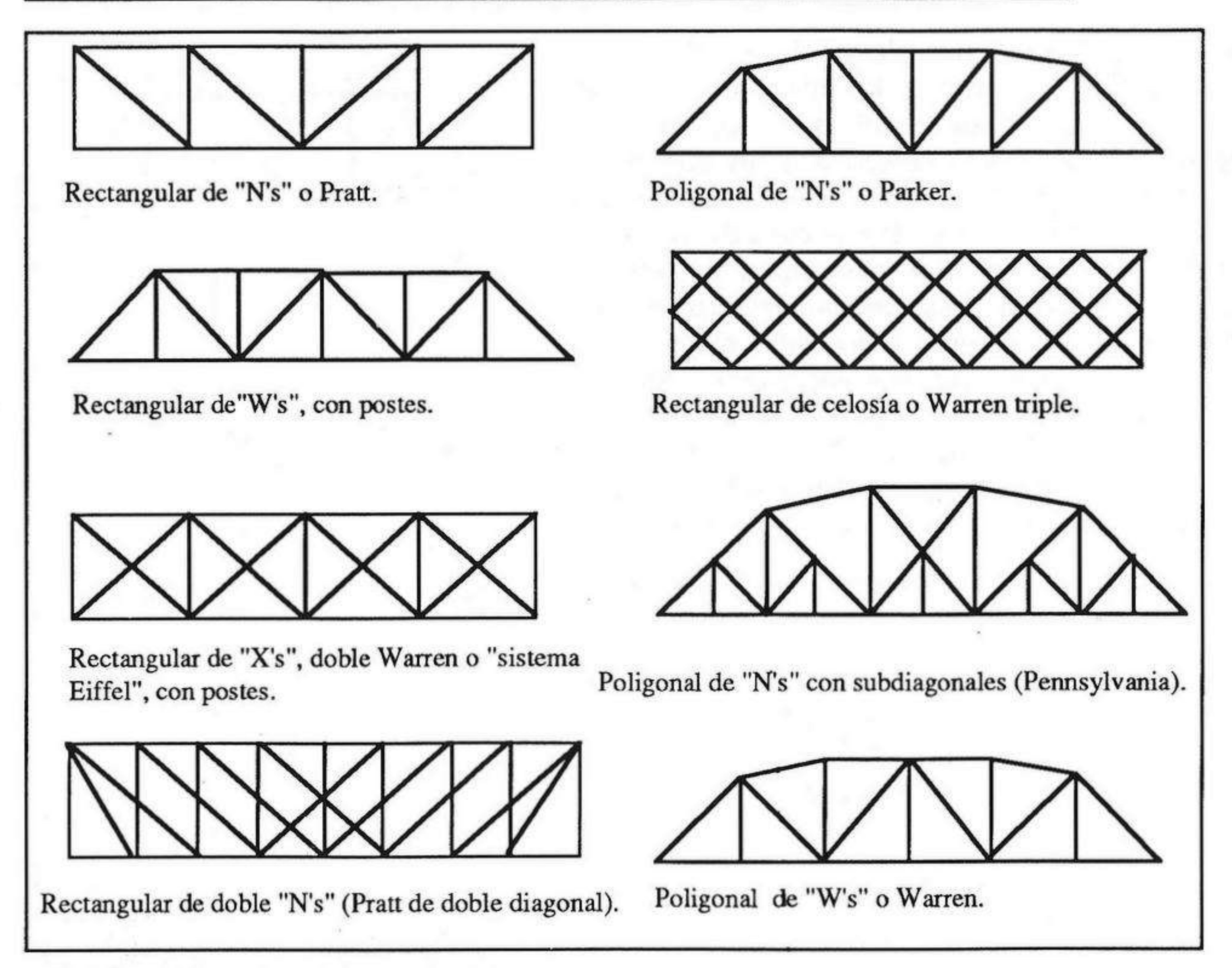


FiGURA 8: Tipos de armazón usados en Puerto Rico entre las décadas del 1870 y 1940.

siglo. Las armaduras y armazones laterales que tenemos hoy en la isla, ilustradas en la Figura 8, son todas variaciones de alguno de estos dos.

La armadura de "N's" fue patentizada por los estadounidenses hermanos Pratt en 1844. Esta configuración se distingue por tener sus diagonales siempre bajando en dirección al centro del tramo, de forma que sólo están sujetas a tensión. Puede variar según su silueta sea rectangular o poligonal. Las armaduras poligonales de "N's" de tramos del orden de los cien metros pueden tener diagonales adicionales que no alcancen de cordón a cordón, denominadas *subdiagonales*. En 1847 se patentizó la armadura conocida por "doble N's", en la cual los

postes verticales quedan más cercanos unos a otros y las diagonales los atraviesan por sus puntos medios hasta terminar en el próximo panel.

La armadura de "W's" fue patentizada en 1848 por dos ingenieros británicos. Esta configuración tiene sus diagonales en direcciones alternadas y generalmente combinadas con elementos verticales o postes. Una variación de ésta tiene dos sistemas de diagonales en direcciones opuestas, la armadura de "X's", también conocida como "sistema Eiffel".[29] La armadura "de celosía" tiene tres sistemas de diagonales tipo "W" superpuestos. [30]

La Figura 9 ilustra los elementos típicos de un puente de armadura.

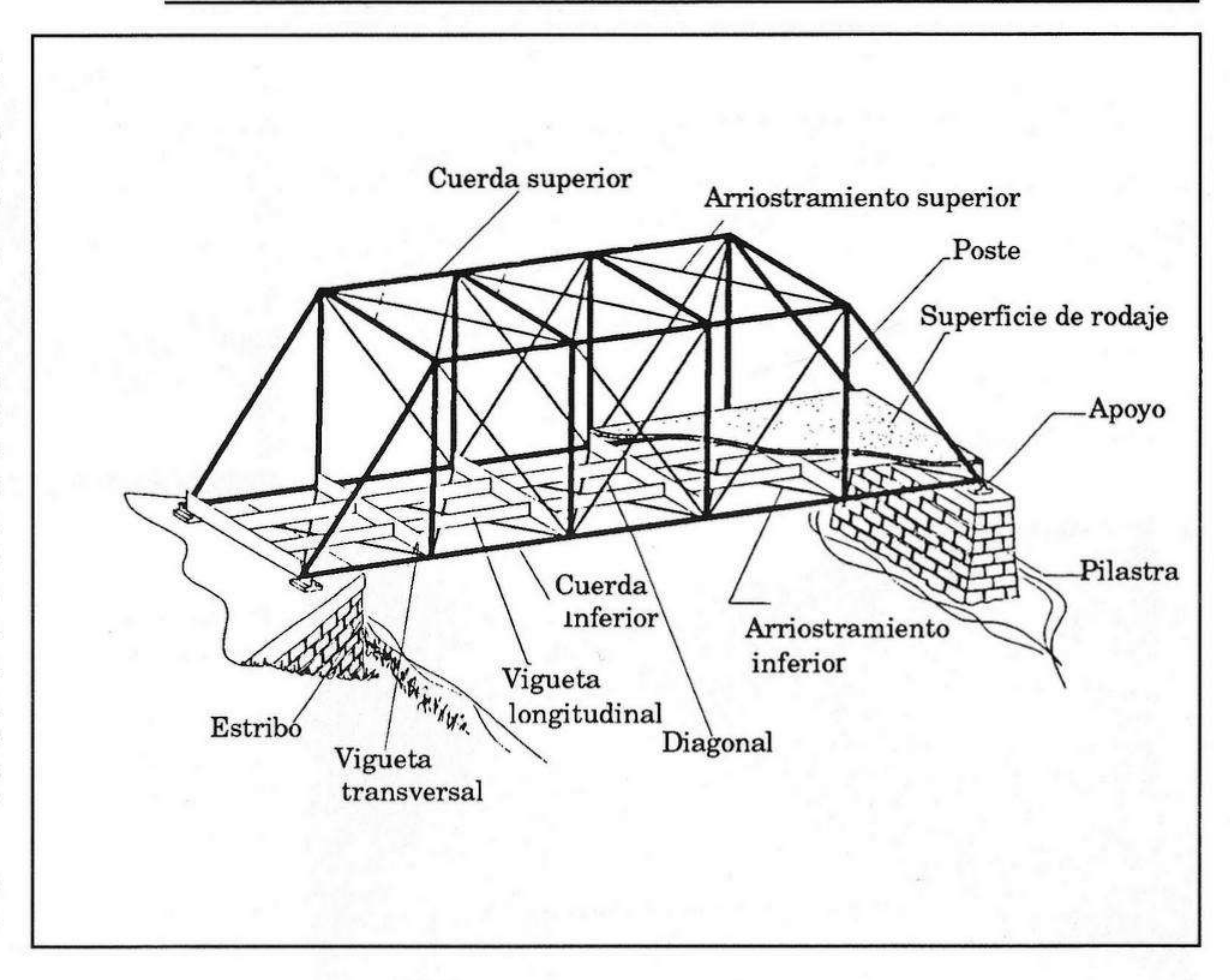
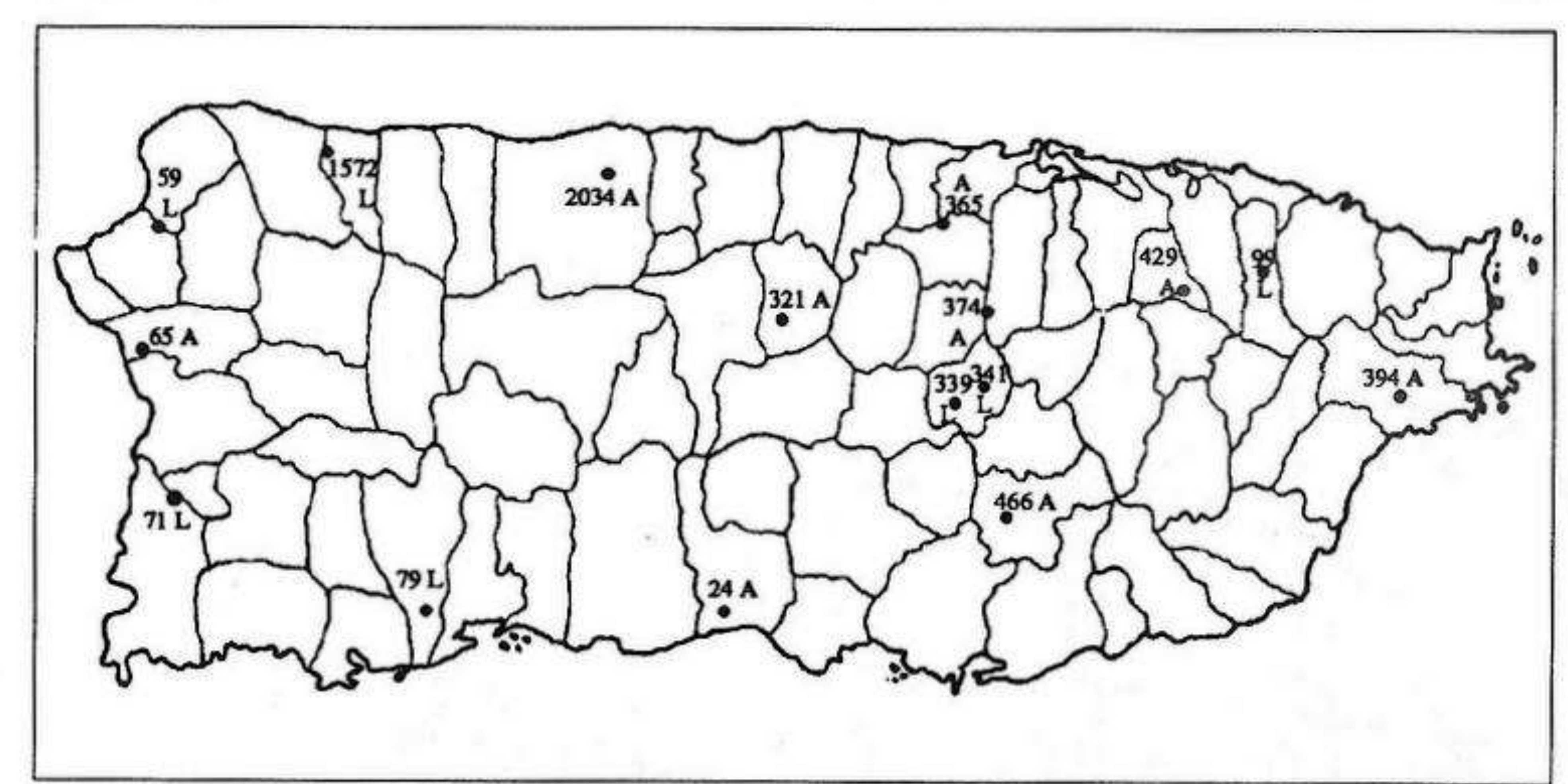
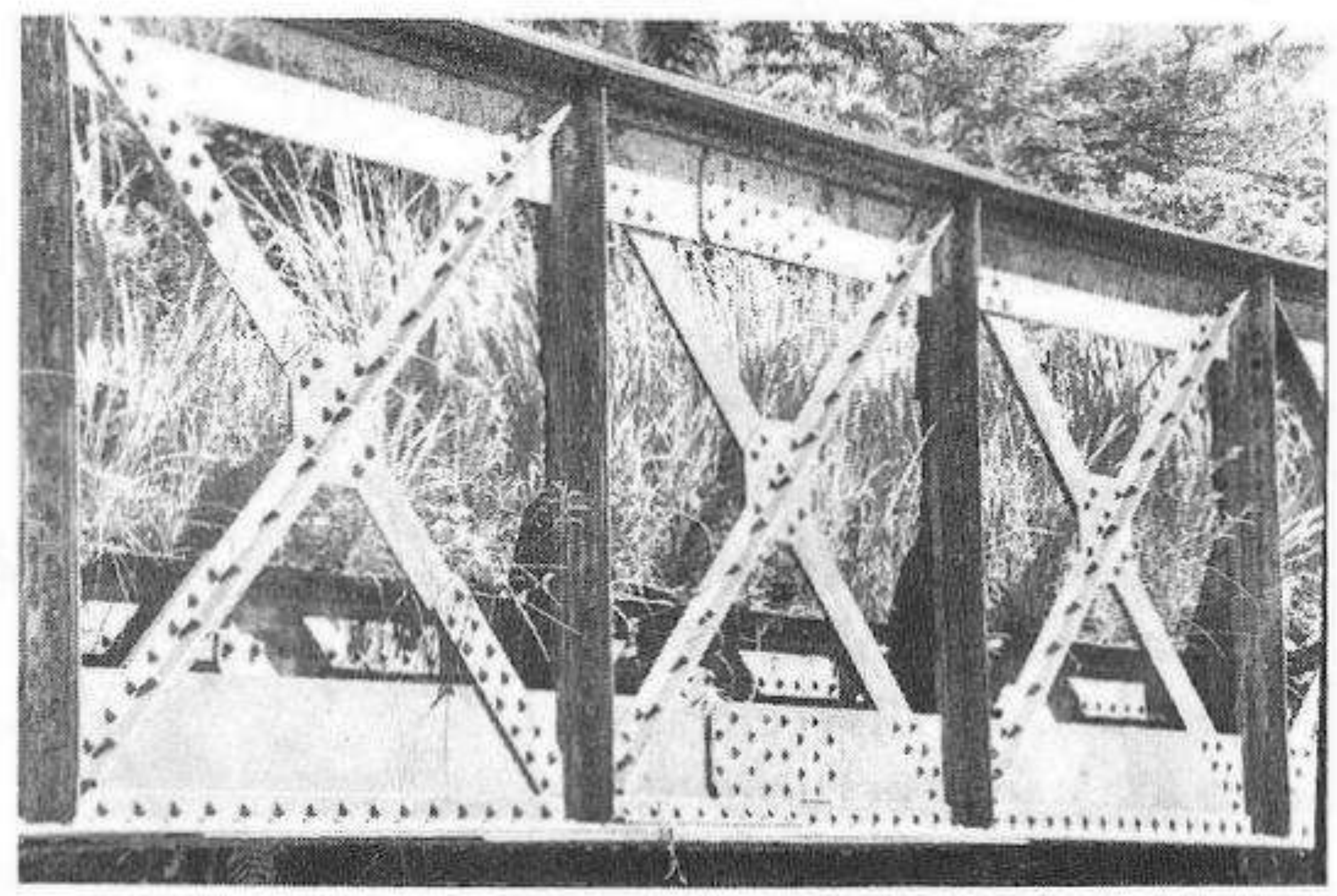


FIGURA 9: Elementos de un puente de armadura de tablero inferior.







***Arriba:* Detalle del armazón lateral en "X" de un puente abandonado (Núm. 59).**

***Izquiera arriba:* MAPA 3: Distribución de los puentes históricos de armazón lateral y armadura en Puerto Rico. Los de armazón lateral están marcados con "L" y los de armadura con "A".**

***Izquierda:* Vista del tablero y armazones laterales de un puente sin pavimento (Núm. 1572).**

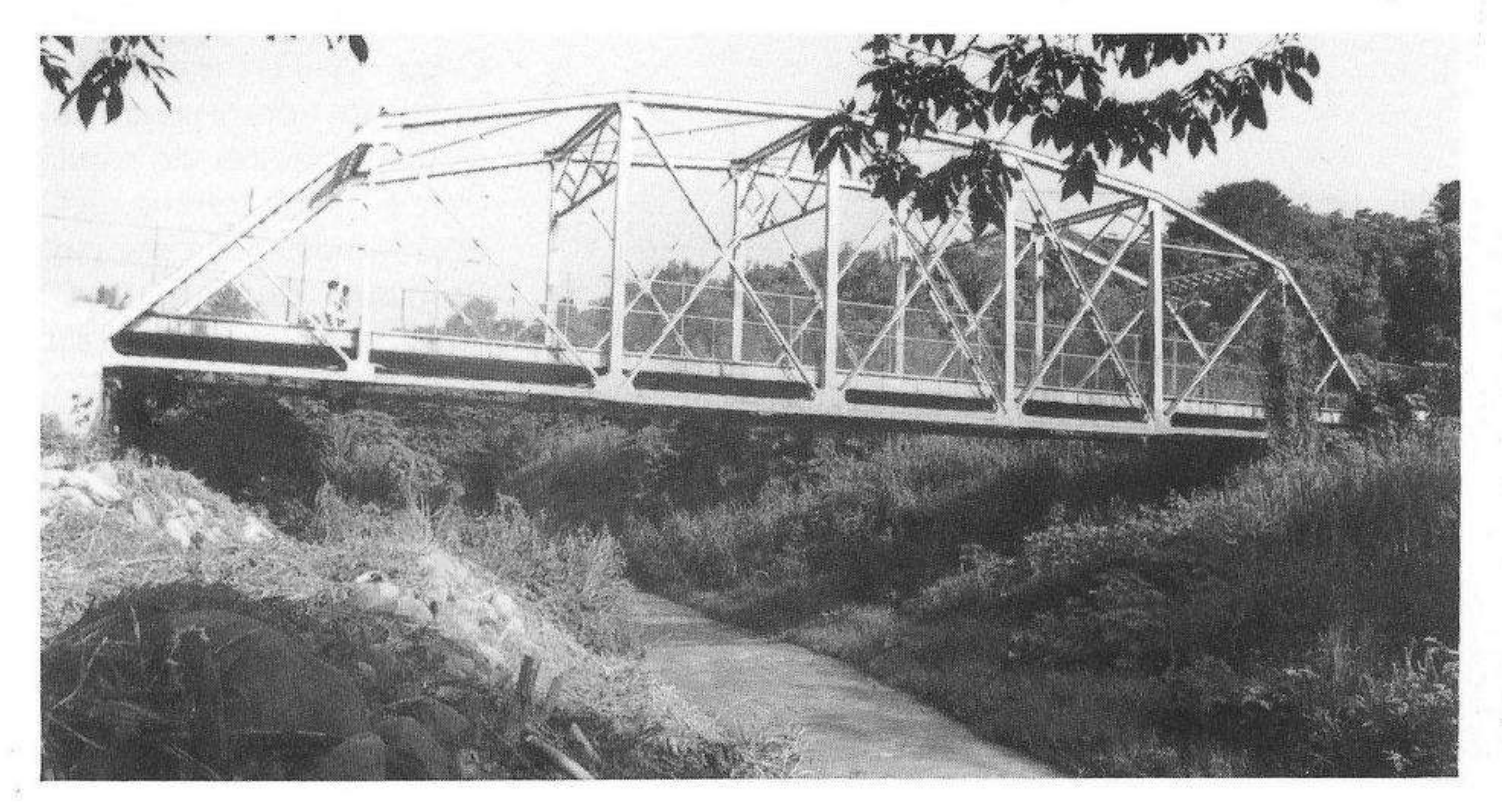
PUENTES DE ARMADURA

Puente Núm. 154; de Hierro; de Utuado

Ubicado en:	**Bo. Pueblo, Utuado**
Salva a:	**Río Viví**
Terminado en:	**1907**
Tipo:	**Armadura poligonal de "N's" en acero, un tramo**
Longitud:	**42 metros**

Este puente, relativamente corto para el sistema estructural que utiliza, estuvo originalmente a la entrada norte del pueblo sobre el río Grande de Arecibo. Allí había sustituído a un puente del 1895 abatido por el Huracán San Ciriaco del 1899. Fue reemplazado hace unos años por un puente moderno en su ubicación original.

Hoy día, gracias a las gestiones realizadas por el municipio, se encuentra en uso peatonal al norte del kilómetro 0.4 de la Carretera Núm. 111 (Avenida Dr. Cueto). En ese punto da acceso a una escuela, evocando los recuerdos de los utuadeños de más edad y educando a los de edad escolar.



Vista desde el cauce en dirección oeste.

Puente Núm. 2034; de Arecibo, de Cambalache [31]

Ubicado en:	**Bos. Tanamá / Cambalache, Arecibo**
Salva a:	**Río Grande de Arecibo**
Terminado en:	**1893**
Tipo:	**Armadura rectangular, doble "N's" en acero, 2 tramos**
Longitud:	**Tramo mayor: 24.0 metros** **total: 48.0 metros**



El único puente largo del Ferrocarril de Circunvalación que nos queda está ubicado junto a la central Cambalache, al oeste del kilómetro 72 de la Carretera Núm. 2. Se salvó de la desmantelación y venta ocurrida a casi todos los demás puentes de la *American Railroad* tras la quiebra de la empresa porque lo adquirió la central Cambalache para el uso de su tren cañero.

A todos los puentes ferroviarios de su época se les conocía en sus respectivos vecindarios por *Puente Francés*. Eso ha de ser porque la Compañía Ferrocarrilera de Puerto Rico era originalmente una empresa de capital francés y los tramos metálicos vendrían de ese país. El tramo de San Juan a Arecibo fue el primero que

A la izquierda: Vista lateral parcial del puente.

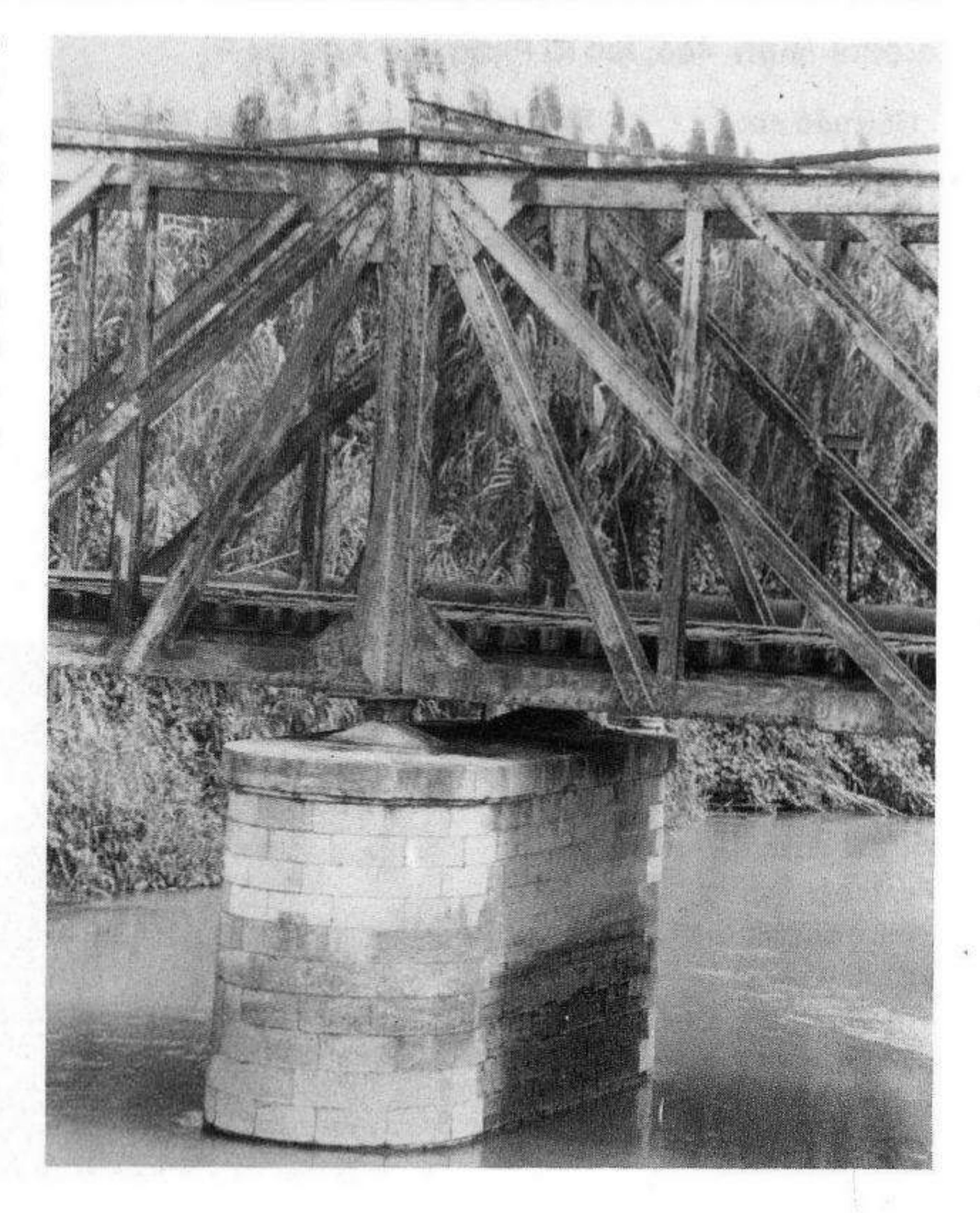
Página opuesta, izquierda: Vista a través del armazón.

Página opuesta, derecha: Detalle de la pilastra central.

inauguró esta compañía en 1891, pero hasta que no se terminó este puente la ruta no llegaba hasta esa última ciudad, sino que terminaba en la Estación Cambalache.

Los magníficos estribos y pilastras en sillería con tajamares circulares y cornisamentos sostienen la masiva armadura de unos 10 pies de peralto aproximadamente a 4 metros sobre el nivel normal de las aguas. Este valioso monumento se encuentra abandonado, parcialmente cubierto de maleza y en peligro debido al deterioro y a las frecuentes crecientes del río, en espera de que surja alguna iniciativa para conservarlo.





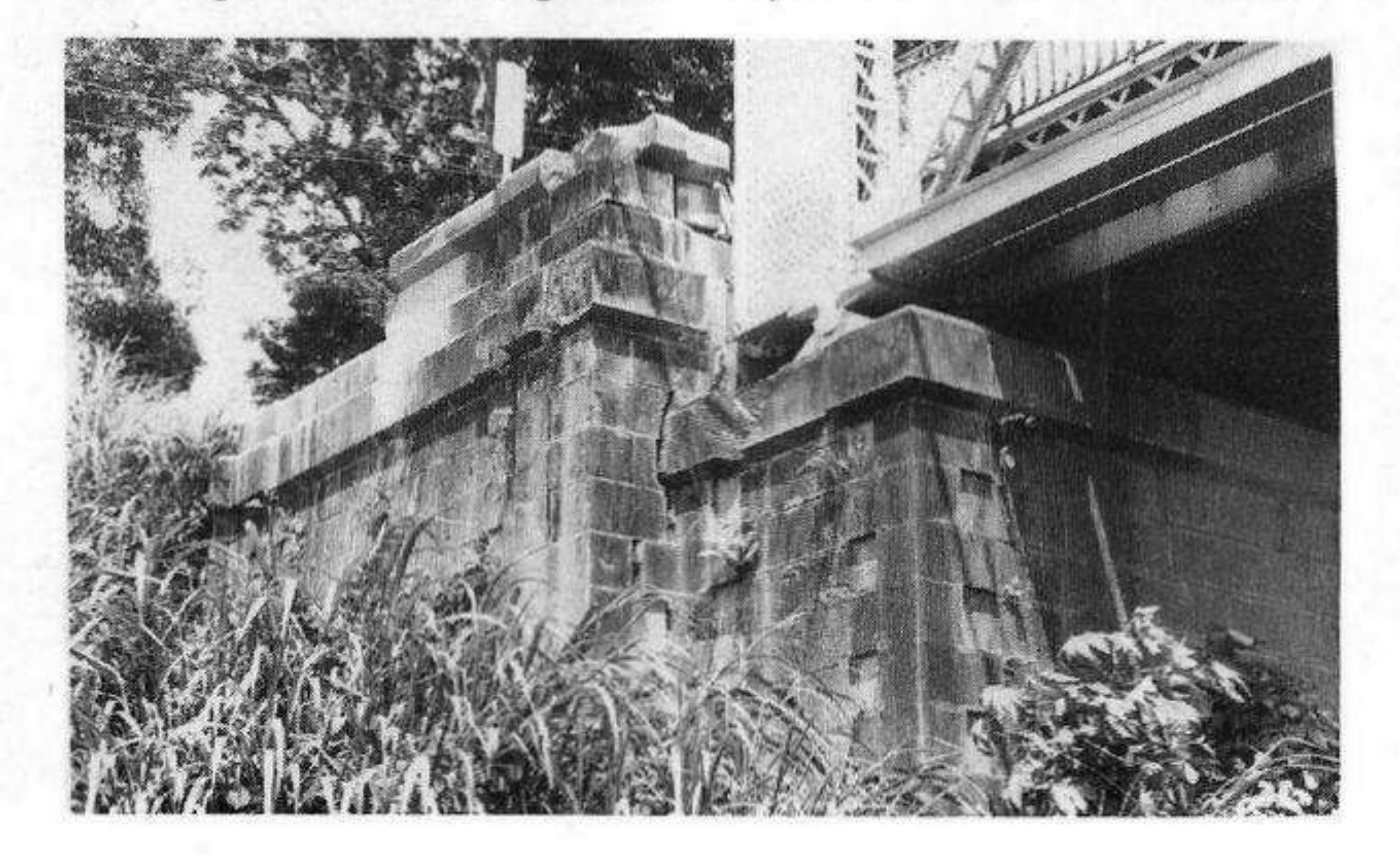
Puente Núm. 466; Río la Plata; de Arenas [32]

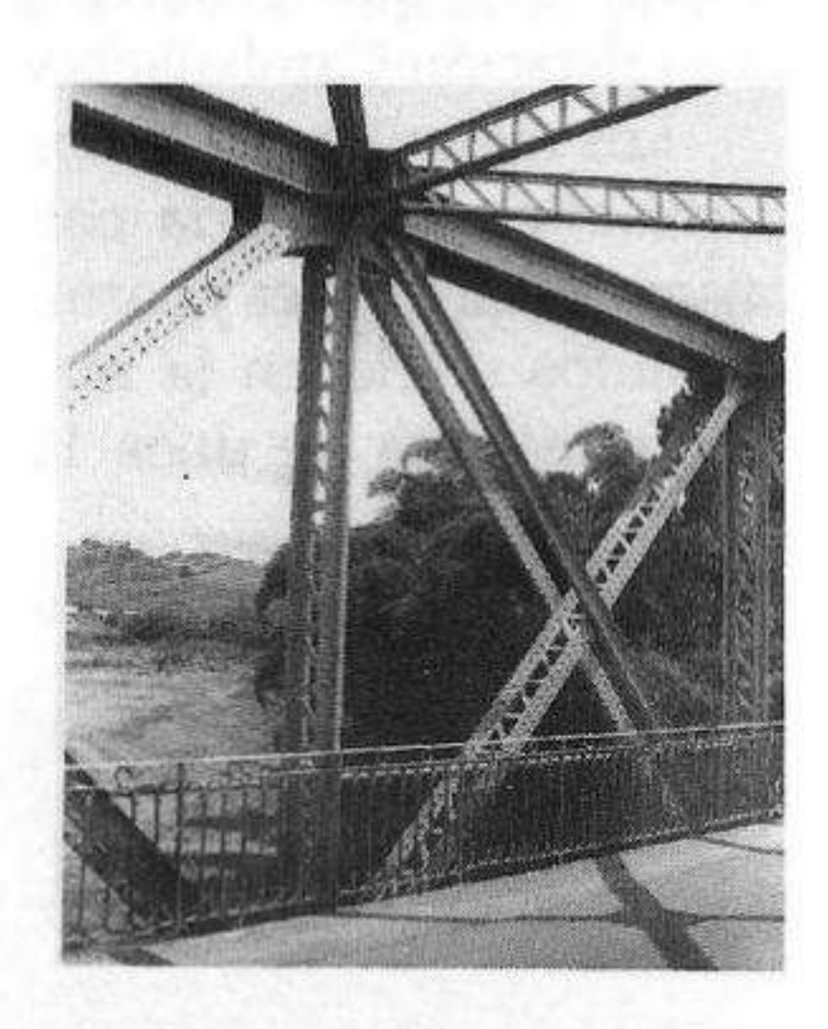
Ubicado en:	**Bos. Montellano / Arenas, Cayey**
Salva a:	**Río Plata**
Terminado en:	**1894**
Tipo:	**Armadura rectangular de "X's" en metal, un tramo**
Longitud:	**62.4 metros**

Este puente metálico es el tramo sencillo más largo del período colonial español en la isla. Se encuentra aún en uso en el kilómetro 1.3 de la Carretera Núm. 735, que corresponde en esa vecindad a un trozo de la antigua Carretera Central entre Cayey y Caguas.

Su diseño fue obra de Mariano Sichar, quien era para entonces el Ingeniero de Distrito de Ponce. La armadura de 236,623 libras fue fabricada por la sociedad *Niccrise y Decluve* de Bélgica por 56,221.44 pesos; se trajo a la isla en el vapor *Teutonia*. La erección de los estribos la contrató José Roque Paniagua, y el ingeniero Tulio Larrinaga estuvo a cargo del ensamblaje y pintura de la armadura.

Los estribos de sillería con aristones y cornisamentos levantan la armadura a unos 60 pies sobre el nivel normal de las aguas. Los muros de enlace del mismo material sostienen parapetos ornamentados que protegen los accesos. La armadura en sí cuenta con una atractiva barandilla de rejas. El tablero consiste de viguetas transversales y secundarias longitudinales y planchas suspendidas con drenaje central.





***Arriba:* Detalle del acero mostrando la gran calidad del trabajo.**

***Izquierda:* Detalle del estribo oeste y del apoyo del armazón.**

***Página opuesta:* Vista general desde el cauce.**

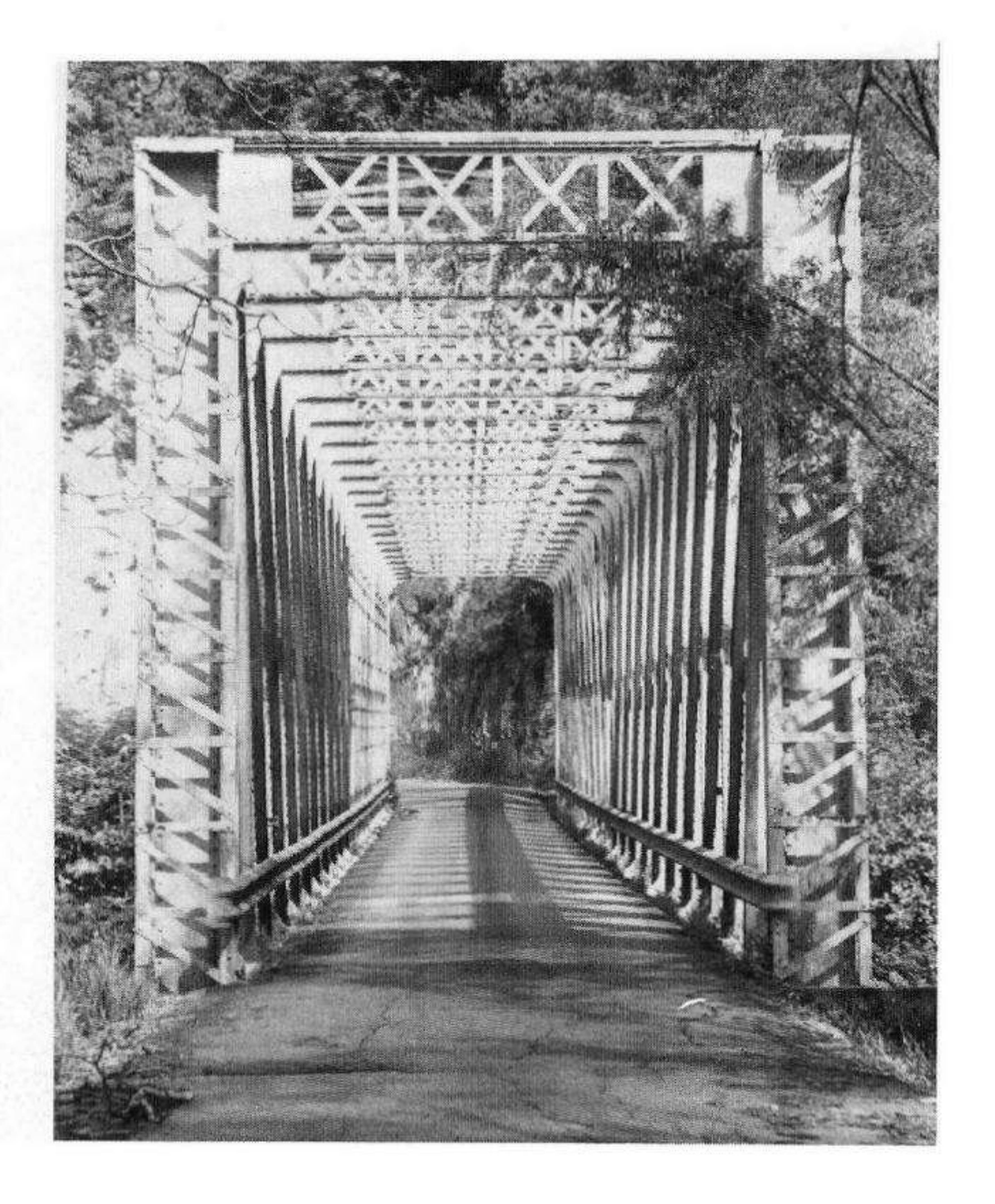


Puente Núm. 321; Mata de Plátano; Juan José Jiménez [33]

Ubicado en:	**Bo. Hato Viejo, Ciales**
Salva a:	**Río Manatí**
Terminado en:	**1905**
Tipo:	**Armadura rectangular de doble"N's" en acero, un tramo**
Longitud:	**82 metros**

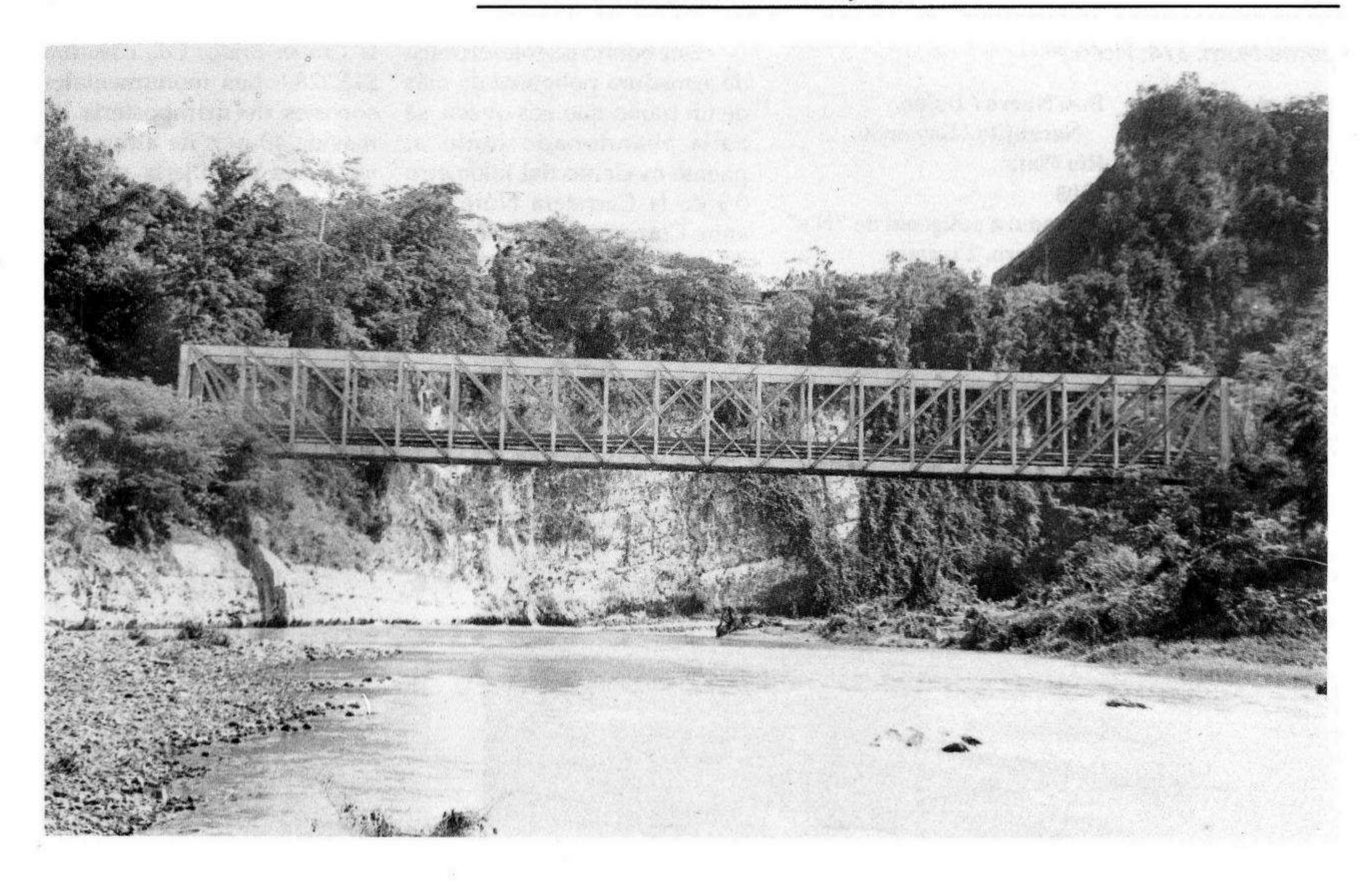
Esta gran estructura, que atraviesa a 44 pies por sobre el fondo del espectacular cañón de paredes verticales por donde discurre el río, está ubicada en el kilómetro 9.7 de la Carretera Núm. 6685, un trozo de la antigua carretera de Manatí a Ciales. Los estribos del puente, que continúa en uso, parecen ser de hormigón.

Luis Ninlliat fue el contratista de esta obra de $12,770, cuya estructura es parecida a los puentes ferroviarios que se habían hecho en la década anterior. Según consta en una placa de mármol, en 1945 el puente recibió oficialmente el nombre de Juan José Jiménez, el dedicado y popular Superintendente de Obras Públicas que supervisó su construcción.



A la derecha: Vista a través de la armadura en dirección oeste.

Página opuesta: Vista general desde el cauce.



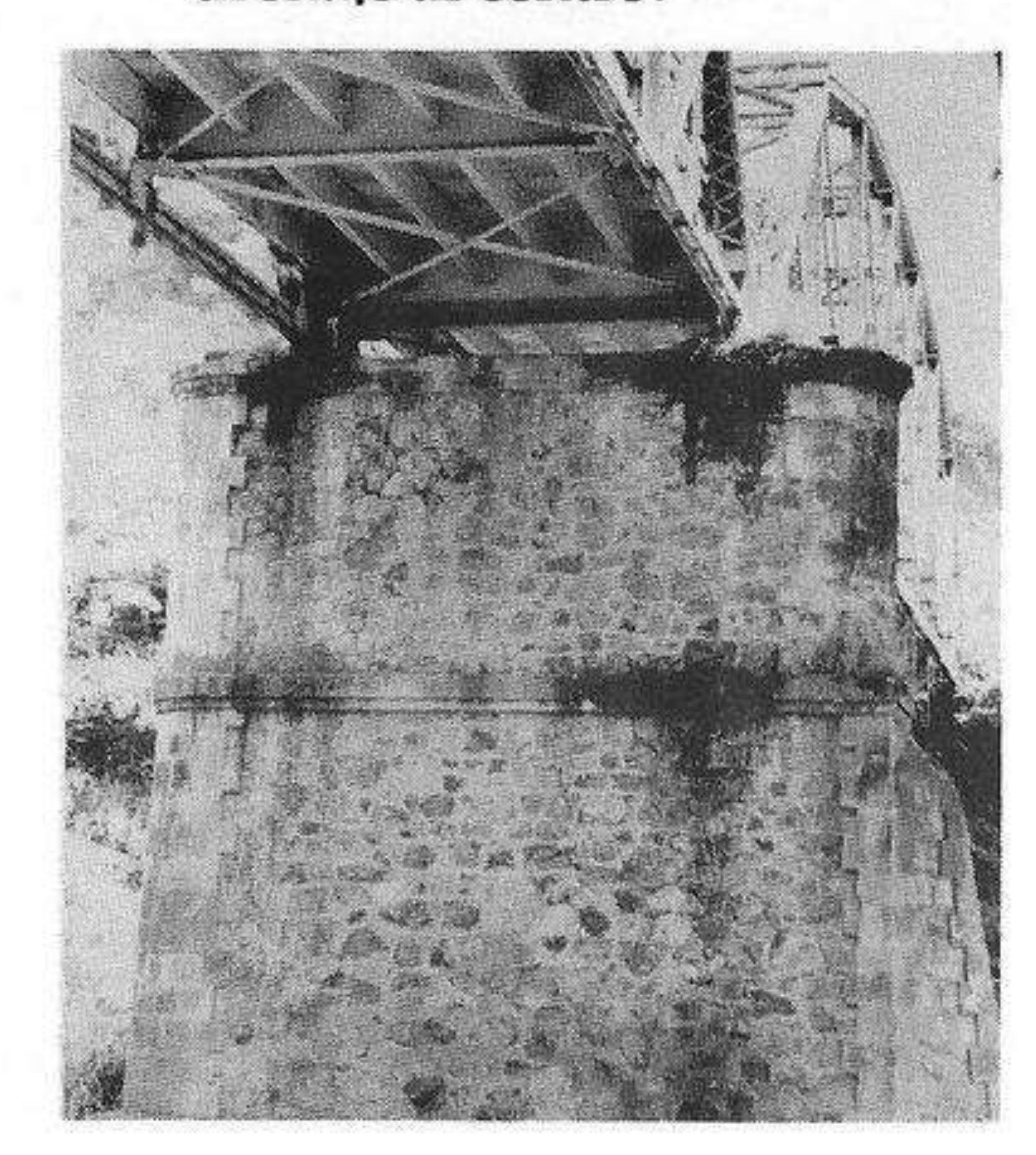
Puente Núm. 374; Plata [34]

Ubicado en:	**Bos. Nuevo / Dajao, Naranjito / Bayamón**
Salva a:	**Río Plata**
Terminado en:	**1908**
Tipo:	**Armadura poligonal de "N's" en acero, 2 tramos**
Longitud:	**Tramo mayor: 42.0 metros total: 84.0 metros**

Este bonito puente, el único de armadura poligonal de más de un tramo que nos queda, se halla abandonado junto al puente moderno del kilómetro 0.9 de la Carretera Núm. 167 entre Comerío y Bayamón.

Las armaduras, fabricadas por la *American Bridge Co.* y ensambladas por su subsidiaria, la *Groton Bridge Co.*, costaron $13,228. Los monumentales soportes de mampostería de más de 40 pies de altura con tajamares de sillería y decorados con zócalos, molduras y cornisas fueron contratados a José Lago por $9,000. Su tablero es de viguetas transversales, secundarias longitudinales y planchas suspendidas con drenaje al centro.







***Arriba:* Vista desde el cauce. Las pilastras de los lados corresponden al puente moderno que le queda detrás.**
***Página opuesta, izquierda:* Vista general del puente 374 junto al puente moderno.**
***Página opuesta, derecha:* Vista de la pilastra.**

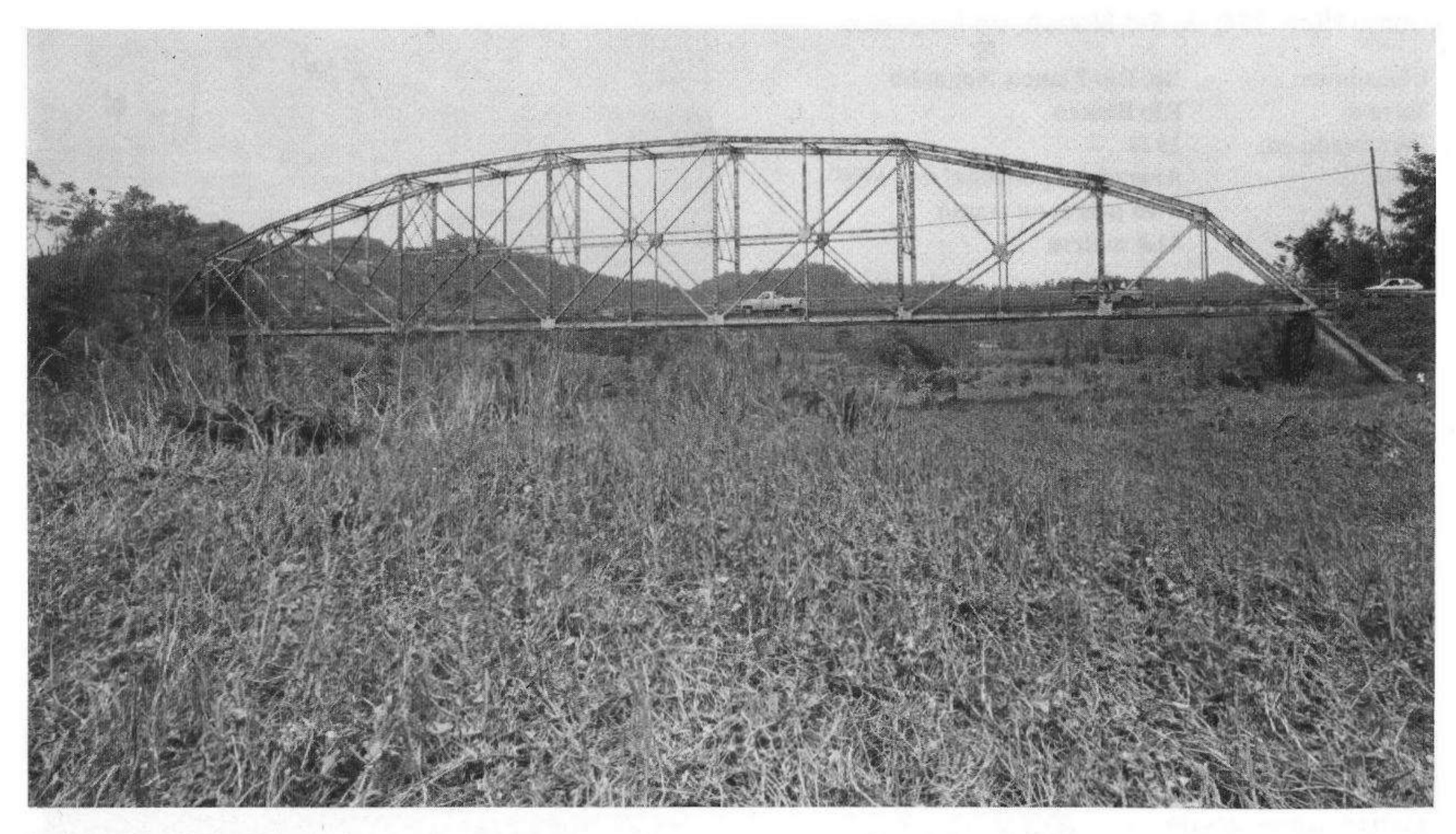
Puente Núm. 365; Reyes Católicos; de Toa Alta [35]

Ubicado en:	**Bos. Río Lajas / Media Luna, Toa Baja / Dorado**
Salva a:	**Río Plata**
Terminado en:	**1908**
Tipo:	**Armadura poligonal de "N's", un tramo**
Longitud:	**96.2 metros**

Después de que el Huracán de San Ciriaco acabó con el antiguo Puente de los Reyes Católicos en 1899, el Superintendente de Obras Públicas de principios de este siglo, Ing. Juan José Jiménez, comenzó a buscar otro sitio donde cruzar el peligroso río sin necesidad de tener pilastras en el cauce que pudieran ser socavadas por las crecientes. Para eso hubo que desviar la carretera de Bayamón a Vega Alta casi hasta Toa Alta, donde se pudo levantar "en suelo alto y sobre bases de piedra sólida" un puente de un sólo tramo que fue para entonces el más largo de su tipo. Actualmente, el puente se ha debilitado por el deterioro y está cerrado al paso vehicular, mientras que el tramo de carretera se mantiene en uso vecinal con el número 165R.

La armadura de gran peralto fue fabricada por la *American Bridge Co.* y erigida por la *Groton Bridge Co.*, una subsidiaria. José Lago fue contratado para hacer los estribos de hormigón por $2,600, elevándose a $54,000 el costo total del puente. Sencillamente ornamentados con molduras, cornisamentos y parapetos, los estribos levantan la armadura a unos 28 pies sobre el nivel normal de las aguas. Su tablero es de viguetas transversales, secundarias longitudinales, y planchas suspendidas con drenaje al centro.

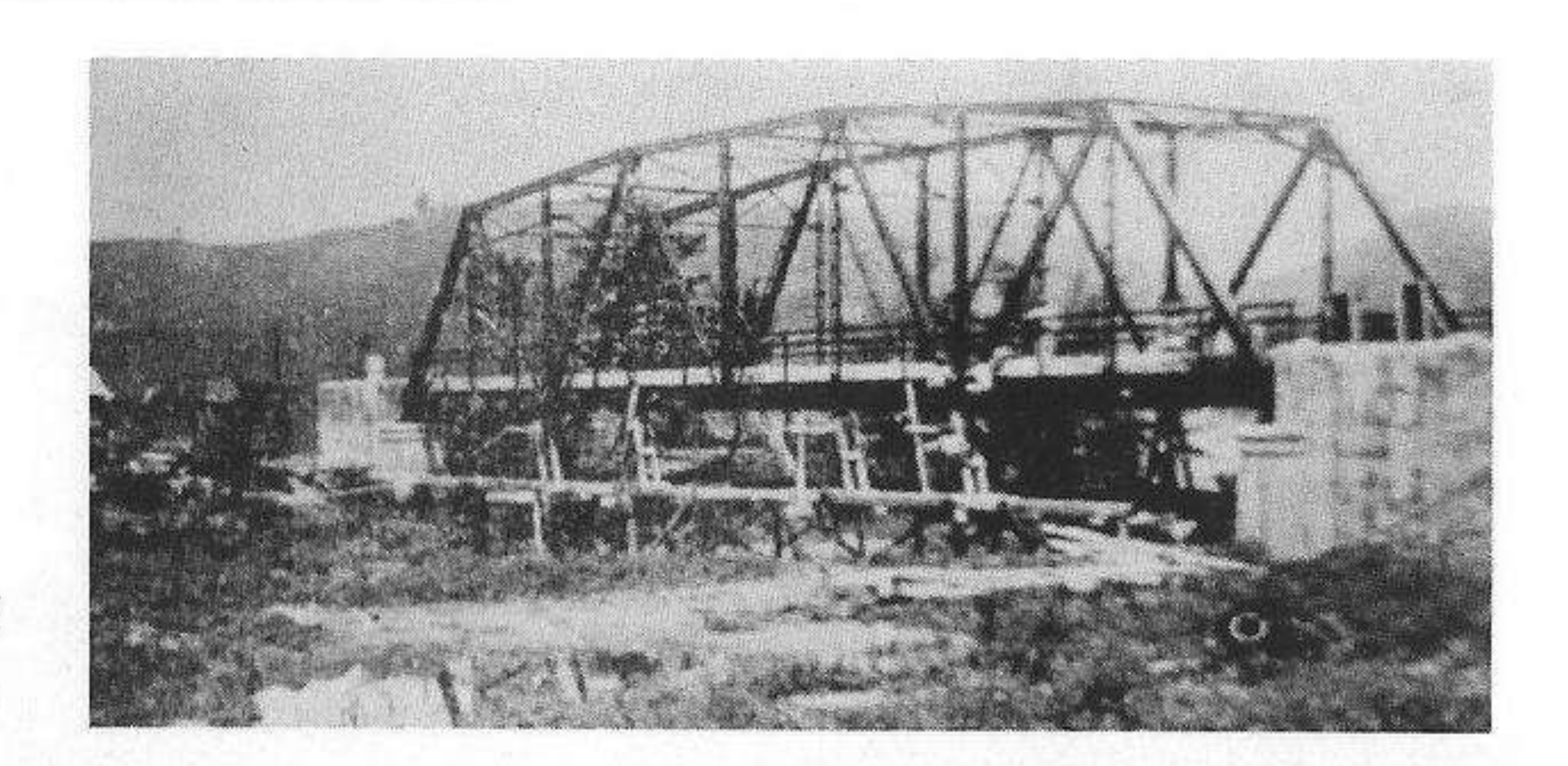




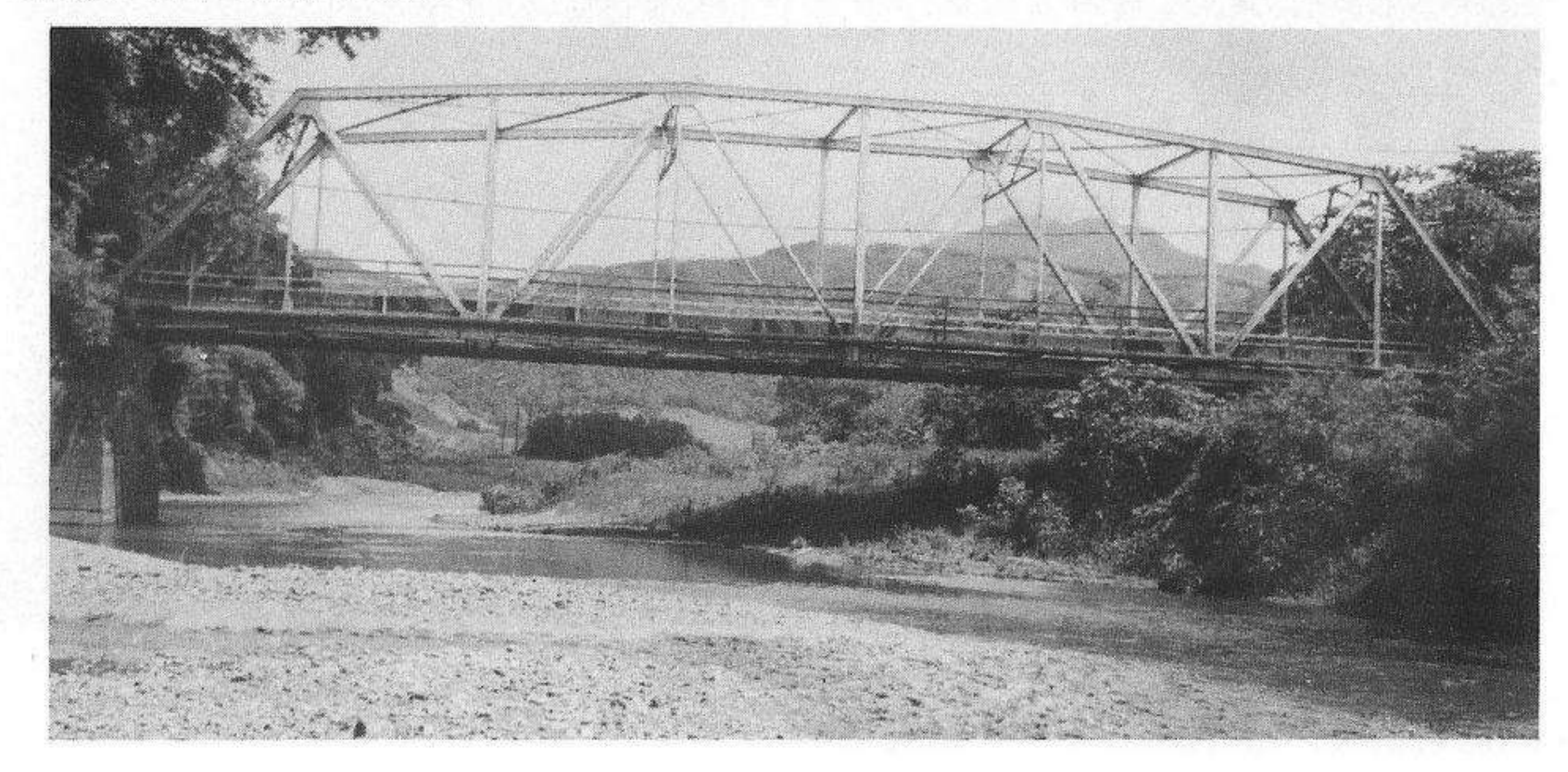
Arriba: Vista desde el cauce.
Página opuesta: Vista a través de la armadura.

Puente Núm. 194; de Río Blanco, de Naguabo

Ubicado en:	**Bo. Río Blanco, Naguabo**
Salva a:	**Río Blanco**
Terminado en:	**1928**
Tipo:	**Armadura poligonal de "W's" en acero, un tramo**
Longitud:	**41.8 metros**



Derecha: Vista de 1928 del puente en construcción. R.O.P.
Abajo: Vista desde el cauce.



Esta esbelta estructura se halla en uso en el kilómetro 8.8 de la Carretera Núm. 31 entre Naguabo y Juncos. Su armazón, con su cordón superior poligonal casi horizontal, fue fabricado por *Virginia Bridge & Iron Co.*, de Roanoke, Virginia. Los estribos de hormigón con impostas de coronamiento en moldura dejan un espacio libre de 18 pies sobre el nivel normal del río, que baja desde El Yunque. El sistema de piso es a base de viguetas transversales y longitudinales y planchas planas.

Puente Núm. 24; Ponce de León, Aruz [36]

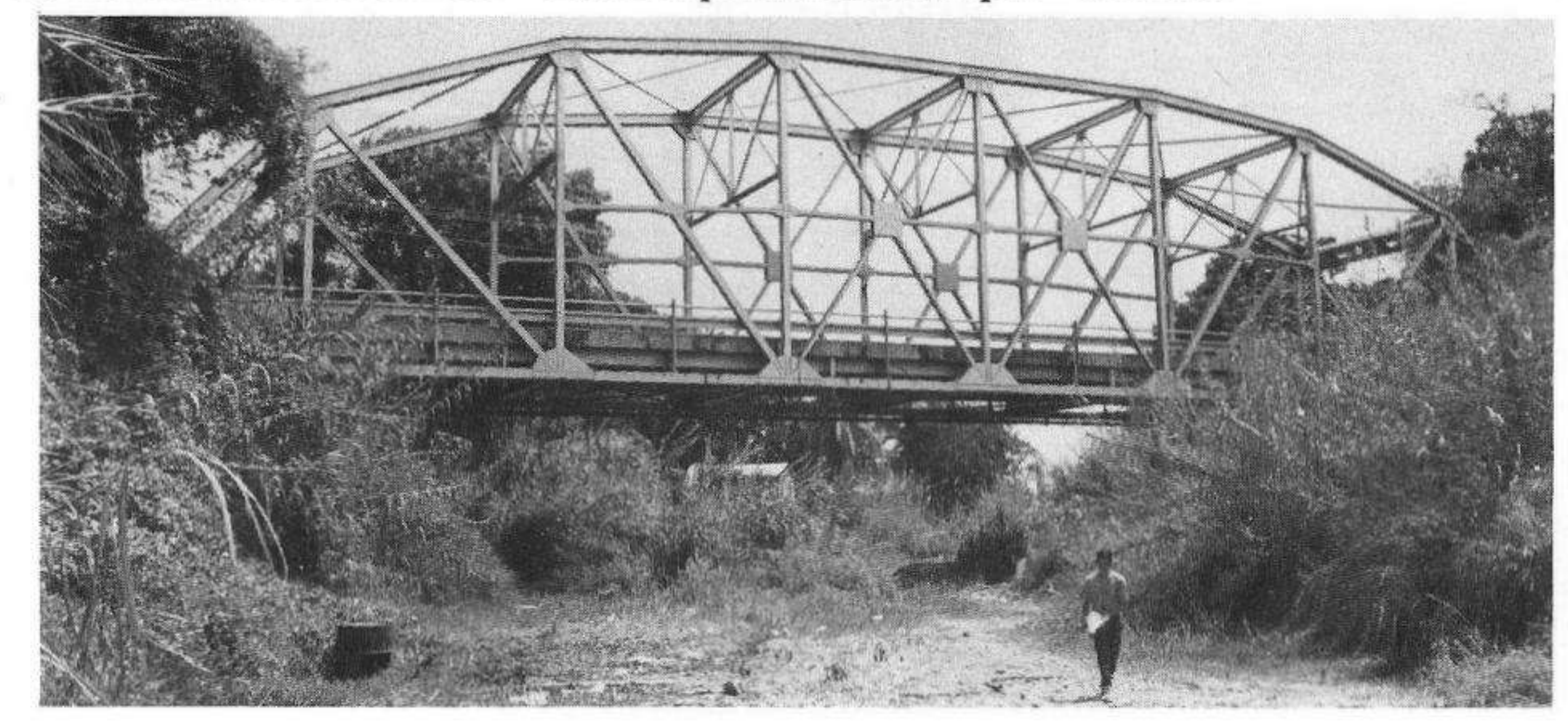
Ubicado en:	**Bos. Capitanejo / Aruz, Juana Díaz**
Salva a:	**Río Jacaguas**
Terminado en:	**1938**
Tipo:	**Armadura poligonal de "N's" en acero, un tramo**
Longitud:	**50 metros**

Este puente se encuentra en el kilómetro 118.1 de la Carretera Núm. 1. Se hizo para la carretera de Ponce a Santa Isabel.

Las piezas de acero producidas por la *U.S. Steel*, que totalizan unas 233,683 libras de peso, fueron cortadas y preparadas en los talleres de la *P.R. Iron Works*, de Ponce. Cecilio Delgado fue el diseñador del puente, Francisco Fortuño el ingeniero constructor, y José Rodríguez López el contratista de la obra, la cual reclamó un total de $52,373.

Este puente se levanta sobre bases de hormigón dejando un espacio libre de 15 pies sobre un cauce que normalmente está seco. Está bien conservado y todavía mantiene su placa informativa de metal, pero resulta demasiado estrecho para el tráfico a que sirve.

En un lugar muy cercano a este puente se terminó en 1862, a un costo total de 15,640.07 pesos, el puente "Ponce de León", diseñado por el ingeniero Timoteo Luberza para el camino que unía esos mismos pueblos. Este tenía tres tramos de madera sobre soportes de mampostería construídos sobre pilotes. En los años transcurridos entre la destrucción de ese puente por una inundación y la erección del existente en 1938,[37] hubo aquí dos puentes sumergibles provisionales en madera.



Puente Núm. 65; de Añasco, Salcedo, Duque de Tetuán[38]

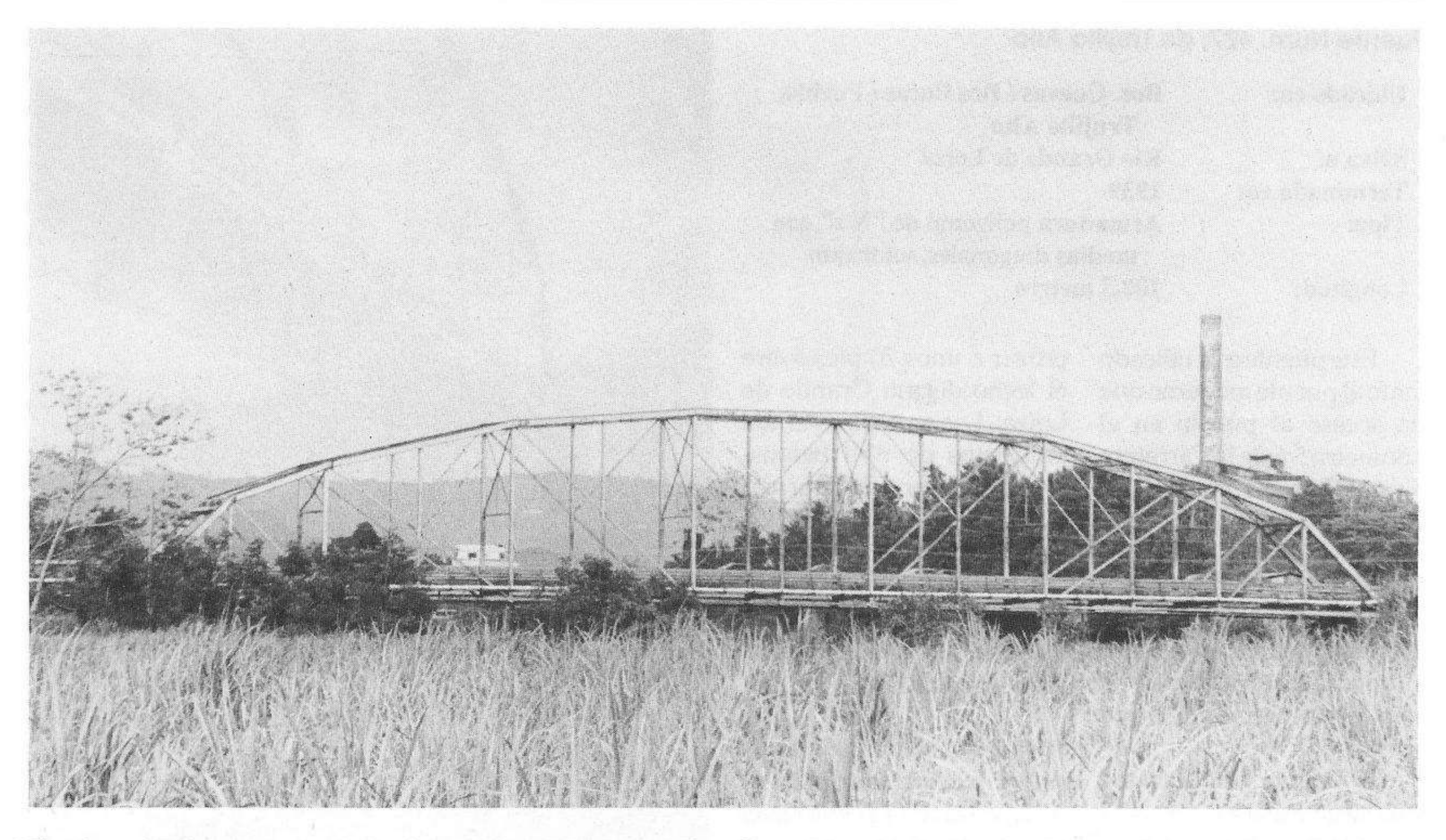
Ubicado en:	**Bos. Añasco Arriba / Sabanetas, Añasco / Mayagüez**
Salva a:	**Río Grande de Añasco**
Terminado en:	**1944**
Tipo:	**Armadura poligonal en acero de "N's" con medias diagonales, un tramo**
Longitud:	**100 metros**

Este puente está actualmente abandonado junto al puente moderno ubicado en el kilómetro 146.1 de la Carretera Núm. 2, a doscientos metros de la carretera de acceso al pueblo de Añasco. La armadura cruza a unos 30 pies sobre el río, sostenida sobre pilastras de hormigón entre dos viaductos de acceso hechos de vigas maestras en acero. Los accesos cuentan con atractivas balaustradas. El contratista original, Tomás Carro, no pudo concluir la obra, que tomó cuatro años.

La estructura lleva el nombre del colonizador que fue ahogado en un punto desconocido de ese río por los indios del Cacique Urayoán en 1511, en un macabro experimento científico que comprobó que los invasores del 1493 no eran inmortales. Sin embargo, el nombre del cacique, líder de una heroica rebelión contra la esclavitud impuesta a su pueblo, no se ha perpetuado de forma similar.



Vista del frente de la armadura con la balaustrada del viaducto de acceso y la placa que identifica al puente.



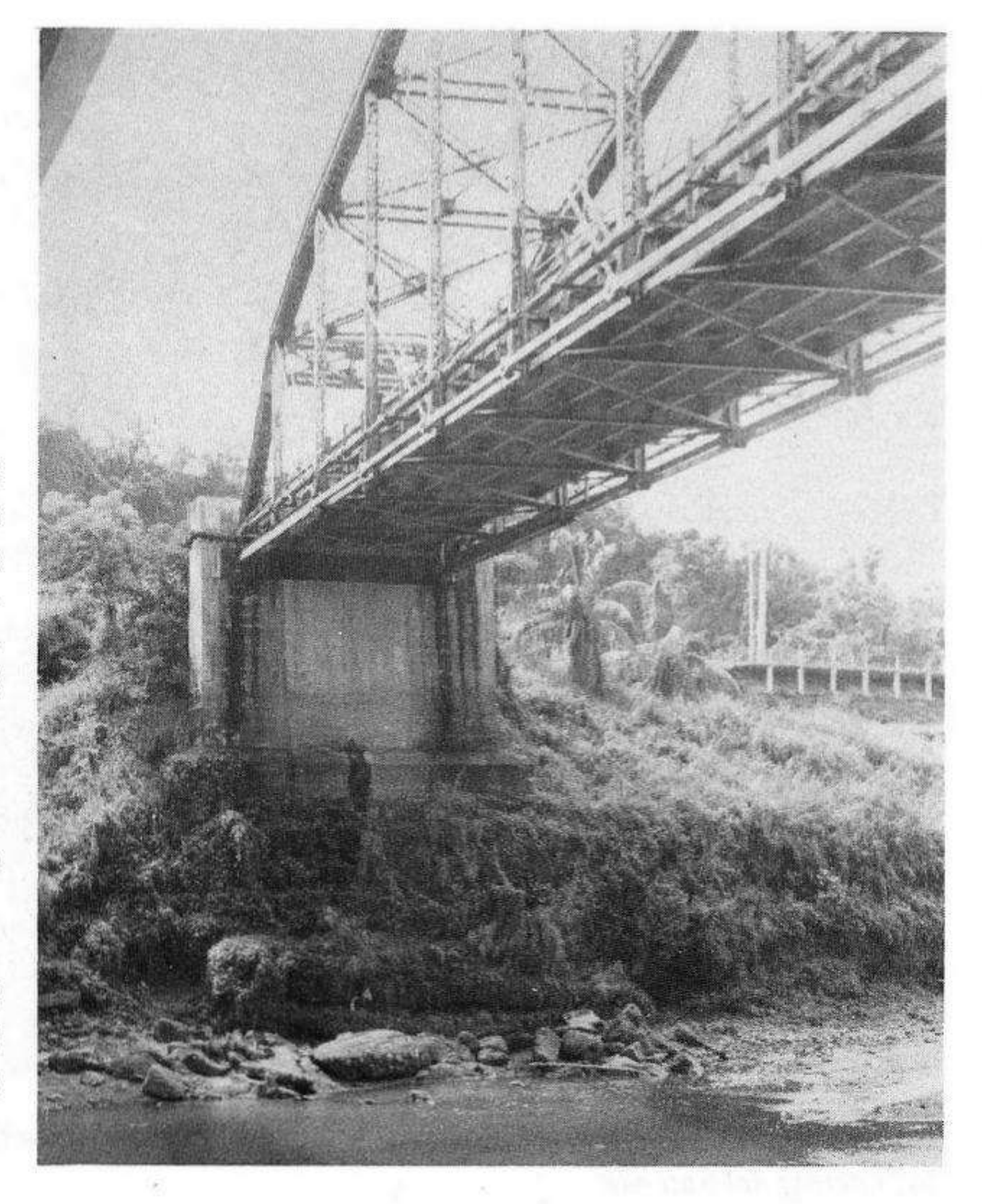
Vista lateral del puente tomada desde un cañaveral con la extinta Central Igualdad al fondo. El puente nuevo se ve parcialmente oculto detrás del Salcedo.

Puente Núm. 427; de Trujillo Alto

Ubicado en:	**Bos. Cuevas / Dos Bocas / Pueblo, Trujillo Alto**
Salva a:	**Río Grande de Loíza**
Terminado en:	**1939**
Tipo:	**Armadura poligonal de "N's" con medias diagonales, un tramo**
Longitud:	**102.3 metros**

Este puente está ubicado junto al puente moderno que da acceso al pueblo en el kilómetro 5.6 de la Carretera Núm. 181. Es uno de los símbolos que aparecen en el escudo de Trujillo Alto, pero se encuentra abandonado y condenado a desaparecer porque pondría en peligro al puente nuevo en caso de una gran creciente o un huracán.

El puente con el tramo más largo existente en la isla se sostiene sobre masivos estribos de hormigón para cruzar a unos 70 pies sobre el lecho del río Grande de Loíza. Los accesos ostentan parapetos de tipo balaustrada. El acero de la armadura fue fabricado por la *US Steel*.



Derecha:* *Detalle del estribo norte y del tablero.

Página opuesta:* *Vista a través de la armadura mostrando su relativa densidad. A la derecha se ve parte del puente nuevo.



PUENTES DE ARMAZON LATERAL

Puente Núm. 99; de Canóvanas

Ubicado en:	**Bos. Pueblo / Canóvanas, Canóvanas**
Salva a:	**Río Canóvanas**
Terminado en:	**1892**
Tipo:	**Armazón lateral de "X's" en hierro, un tramo**
Longitud:	**32.4 metros**

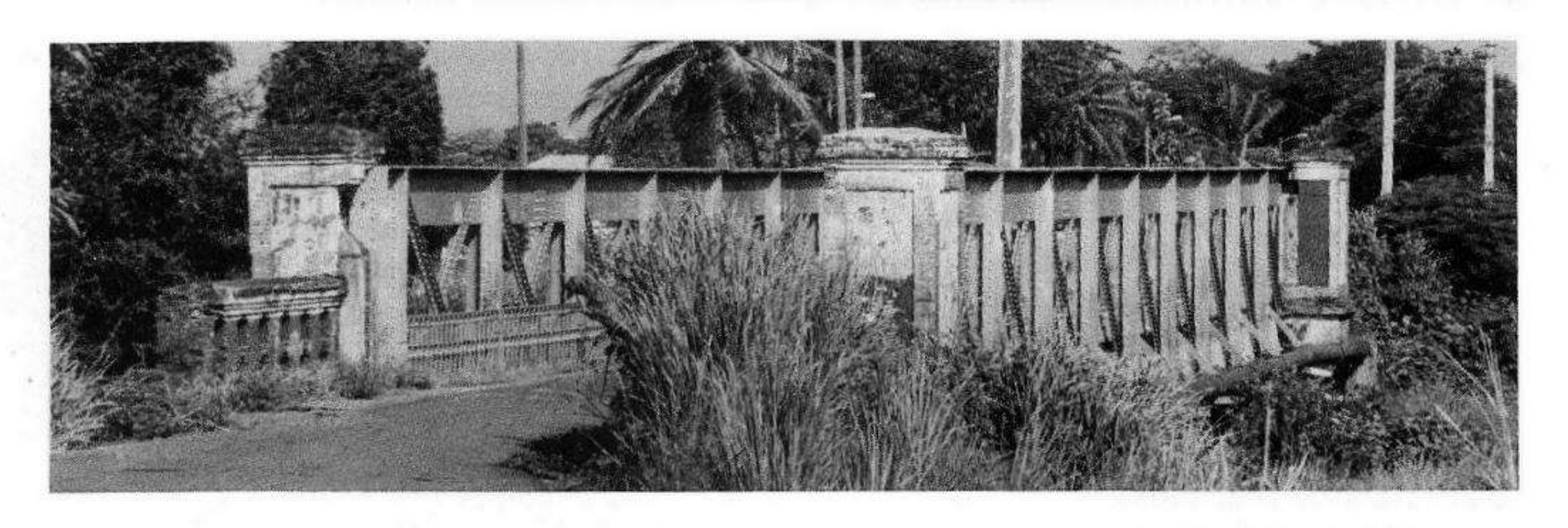
Este magnífico puente se encuentra en uso peatonal junto al kilómetro 3 de la Carretera Núm. 9959, la salida de Canóvanas a Río Grande. A pesar de la maleza que le circunda se mantiene en buen estado.

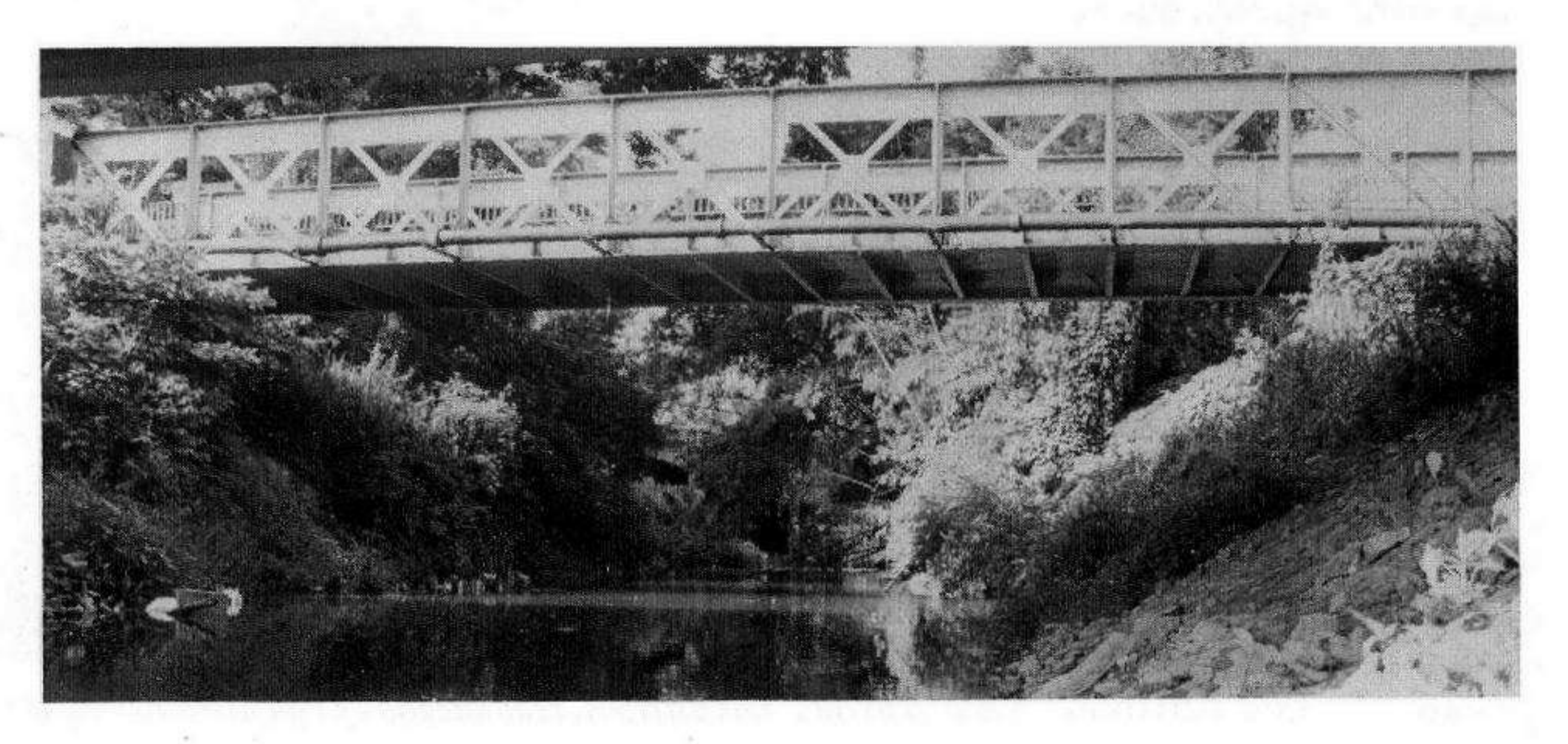
Las esquinas del armazón se encuentran protegidas por pilares de mampostería con aristones, cornisas y cornisamentos en ladrillo, de los cuales se extienden parapetos del mismo material en forma de balaustradas. Los estribos, apenas visibles, también son de mampostería con cantoneras en ladrillo; éstos sostienen la estructura a unos 15 pies sobre el nivel normal del agua.

Como en otros puentes metálicos antiguos, en la superficie de algunos elementos de hierro se pueden ver grabados los números usados para señalar la manera de ensamblarlos (ver la foto de la página 162). Su tablero es a base de vigas transversales y planchas bombeadas.



Izquierda: Detalle lateral de un pilar de esquina y parte de la balaustrada en ladrillo perteneciente al acceso.





Arriba: Vista desde el puente actual paralelo en dirección al oeste.

Derecha: Vista lateral desde el cauce mostrando el tablero a base de viguetas transversales.

Puente de Ferrocarril del Caño la Puente [39]

Ubicado en:	**Bos. Tres Hermanos / Añasco Abajo, Añasco**
Salva a:	**Caño La Puente**
Terminado en:	**1893**
Tipo:	**Armazón lateral de "W's" con postes en acero, un tramo**
Longitud:	**20.5 metros**

Este puente continúa en uso por parte de vehículos y maquinaria agrícola que se mueven por el camino que una vez fue la obra de vía del Ferrocarril de Circunvalación y que parte hacia el noreste desde el kilómetro 2.7 de la Carretera Núm. 401. La fecha de construcción se asume que haya sido la misma del tramo ferroviario Mayagüez-Aguadilla. Cuando sobrevino la quiebra del ferrocarril en 1957, este puente fue adquirido por la Central Igualdad para uso privado. Los estribos redondeados de sillería con cornisamento en ladrillo lo sostienen a unos seis pies sobre el nivel del caño. Los armazones laterales tienen unos siete pies de profundidad.



Derecha: Vista frontal hacia el norte.



Vista general. Los estribos, redondeados y con aristones en ladrillo, son poco usuales.

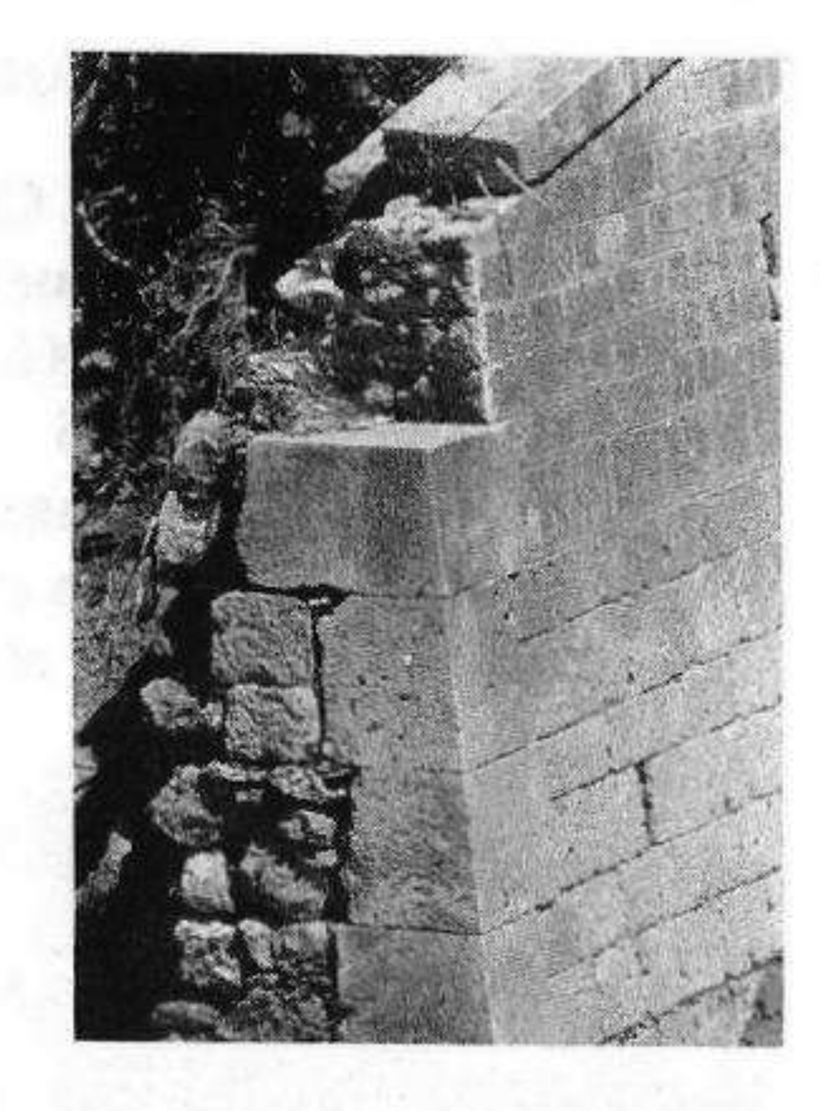
Puente Núm. 59; Carrizales, Conde de Caspe [40]

Ubicado en:	**Bos. Espinal / Carrizal, Aguada / Aguadilla**
Salva a:	**Río Culebrinas**
Terminado en:	**1894**
Tipo:	**Armazón lateral de "X's" en hierro, un tramo**
Longitud:	**15.3 metros**

Este puente abandonado se puede ver al oriente del puente actual del kilómetro 27 de la Carretera Núm. 115, la vieja ruta de Aguadilla a Aguada.

Su armazón de hierro, detallado en la foto de la página 92, fue diseñado por Pablo Ulience y fabricado en Bruselas, Bélgica, por la *Soc. Anon. Internationale de Construccion*. El montaje de éste y la erección de los bonitos estribos de sillería de 14 pies de altura con sus cadenas de sillería, cornisas y muros en ala estuvieron a cargo de Tulio Larrinaga. Tiene un tablero de viguetas transversales y longitudinales con planchas planas.

Hasta 1832 se cruzaba el río en este punto por medio de un ancón. En esa fecha se estableció un presupuesto de 5,200 pesos para construir un puente de madera con soportes de fábrica. En 1842 se reconstruyó ese mismo puente a un costo de 7,600 pesos, siendo Eusebio Unraga el diseñador y Pedro Ducós el contratista; y entre 1862 y 1863 se le reconstruyó el pavimento. La estructura se volvió a reconstruir tras unas crecientes en 1868, y se usó hasta dar paso al puente de hierro que aún existe. Sin embargo, la socavación de la ribera norte ha llevado a ese estribo a una condición crítica y el puente puede venirse abajo con cualquier creciente.



***Derecha:* Detalle del muro de enlace.**

***Abajo:* Vista desde el puente actual.**

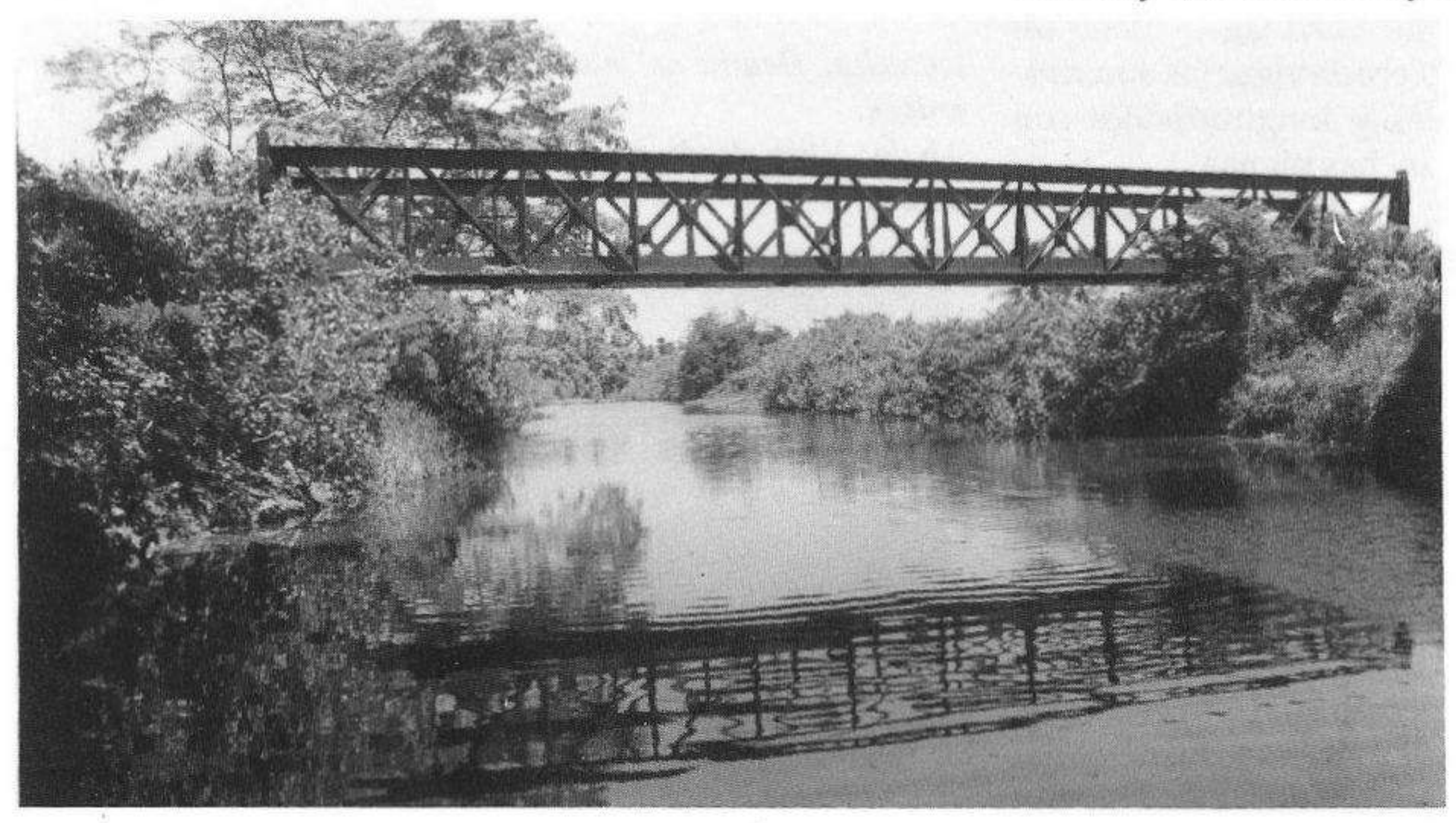


Puente Núm. 1572; de Guajataca, Elvira [41]

Ubicado en:	**Bos. Coto / Terranova, Quebradillas / Isabela**
Salva a:	**Río Guajataca**
Terminado en:	**1896**
Tipo:	**Armazón lateral de "X's" en hierro, un tramo**
Longitud:	**34.1 metros**

Este puente está ubicado al oeste del puente moderno del kilómetro 104.1 de la Carretera Núm. 2, levantado sobre el río en estribos provisionales de hormigón. Originalmente servía al camino del siglo 19 entre Isabela y Quebradillas, y se hallaba donde está hoy el puente moderno. Eventualmente servirá como puente peatonal para un parque que se desarrolla en ese pintoresco rincón de Puerto Rico.

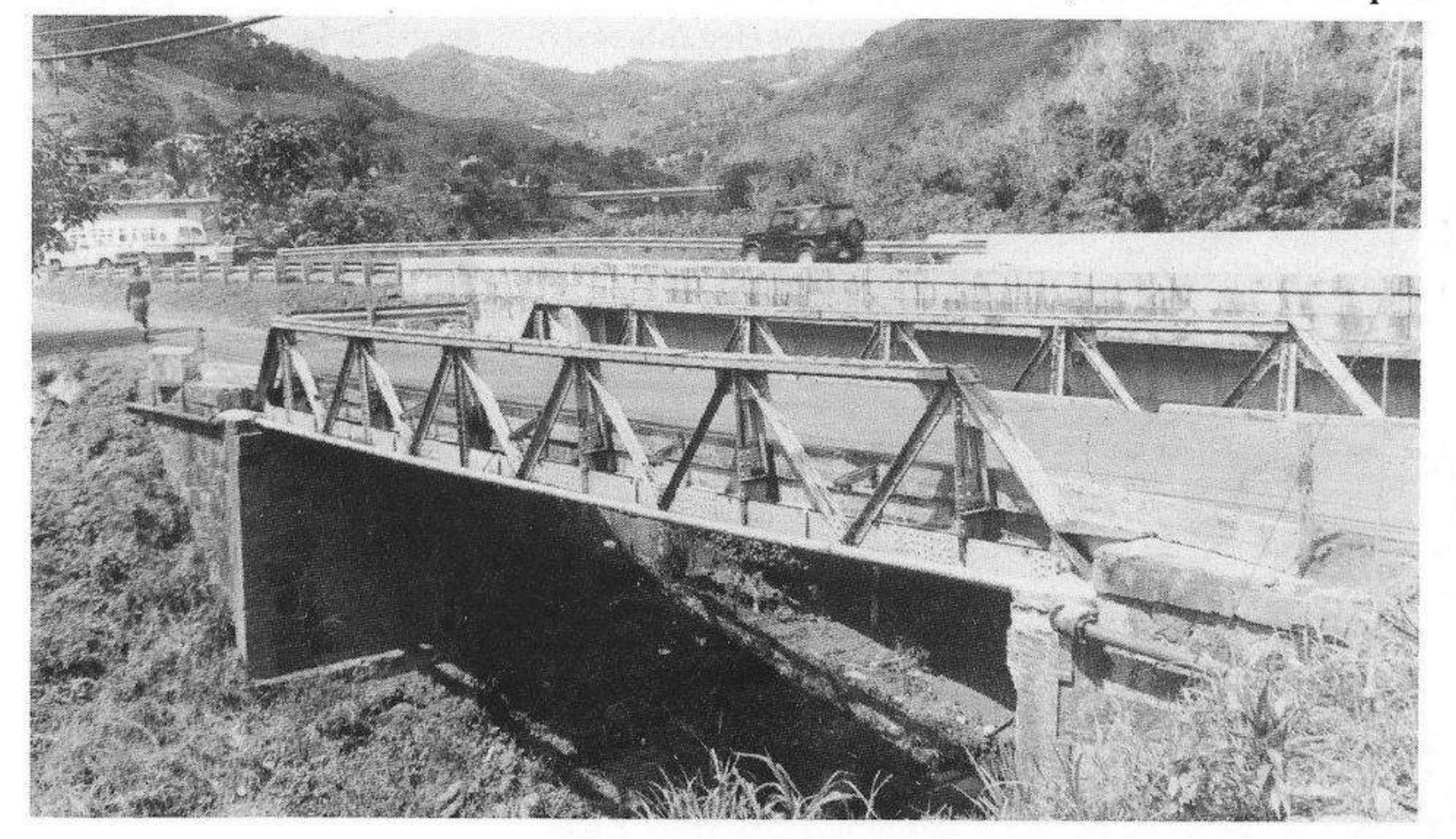
Este puente, diseñado por J. M. Lantz, fue fabricado en Braine le Comte, Bélgica, por *Eugene Rollin & Cia.* a un costo de 15,903 pesos y llegó a bordo del vapor inglés "Bona". Este cruce de río se venía haciendo en ancón desde antes del 1894 tras la caída del puente en madera "Elvira". Estando desprovisto de pavimento, en la foto de la página 92 se aprecia bien su tablero, un sistema de vigas transversales con planchas de drenaje al centro.



Vista del puente en su asiento provisional.

Puente Núm. 341; del Higüero

Ubicado en:	**Bo. Palomas, Comerío**
Salva a:	**Quebrada Higüero**
Terminado en:	**1908**
Tipo:	**Armazón lateral de "W's" con postes en acero, un tramo**
Longitud:	**20.5 metros**

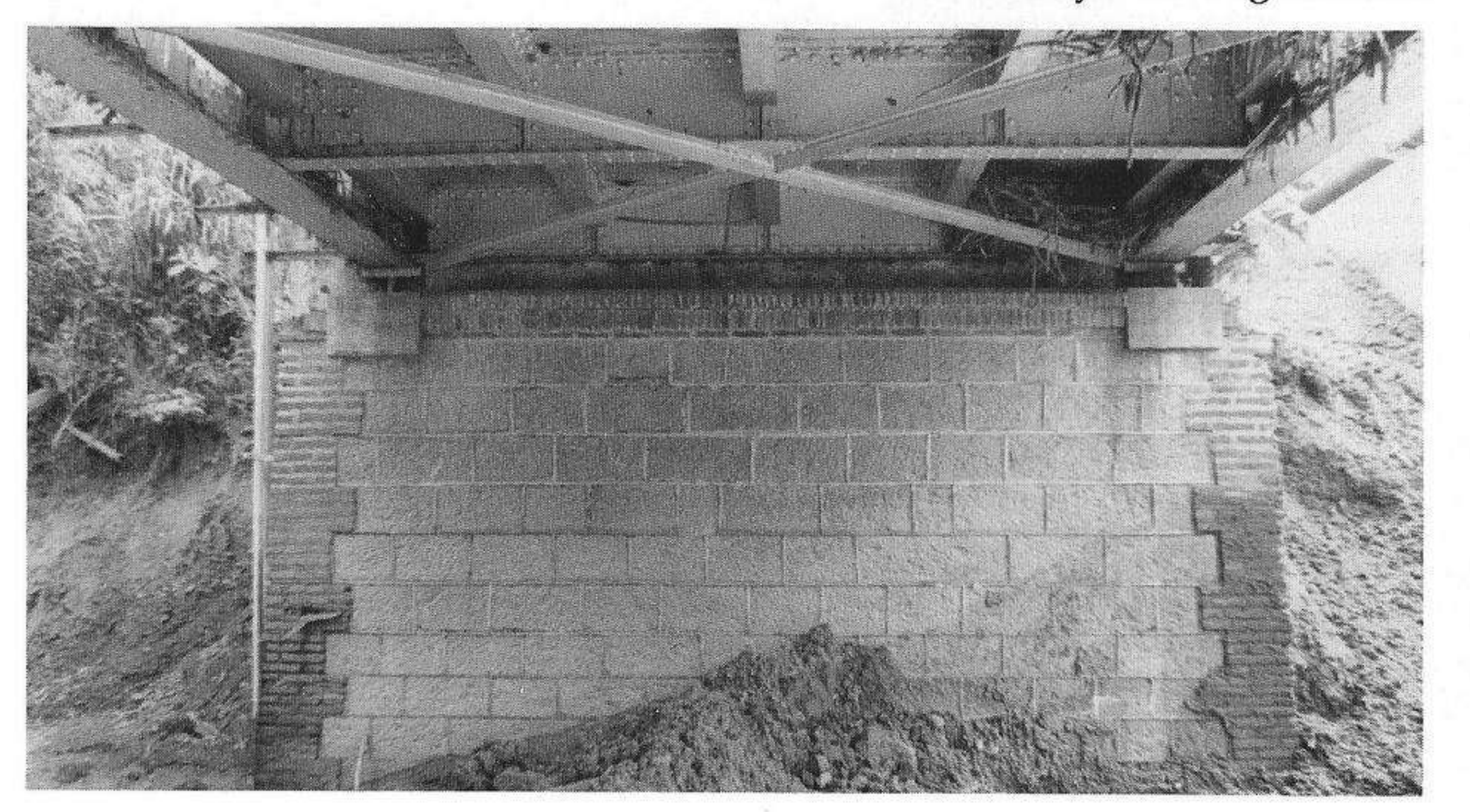


Este puente en uso peatonal se halla junto al puente moderno del kilómetro 34.7 de la Carretera Núm. 156 en la salida de Comerío hacia Bayamón. De bonitas proporciones y bien conservado, se levanta a 14 pies sobre la quebrada en estribos de mampostería con aristones de ladrillo e imposta de coronamiento en sillería. Los accesos tienen parapetos en hilera de mampostería con cornisamentos en piedra. El tablero es a base de viguetas transversales, secundarias longitudinales y planchas planas. El acero fue fabricado por la *American Bridge Co.* y el puente erigido por la *Groton Bridge Co.*

Vista general del puente, con la estructura que lo reemplazó al fondo.

Puente Núm. 71; Silva, Isabel Segunda

Ubicado en:	**Bos. Guanajibo / Guanajibo, Hormigueros / Cabo Rojo**
Salva a:	**Río Guanajibo**
Terminado en:	**1897**
Tipo:	**Armazón metálico lateral de "N's", un tramo**
Longitud:	**27.3 metros**



Esta bonita estructura está junto al puente moderno del kilómetro 4 de la Carretera Núm. 114 entre San Germán y Mayagüez. En vez de tráfico vehicular, hoy lo atraviesa una tubería.

El diseño de J. M. Sainz incluye unos elegantes estribos de sillería de color gris oscuro con cornisas y aristones en ladrillo rojo, los cuales levantan la estructura a unos 12 pies sobre el nivel normal del agua. Este puente vino a sustituir al de madera llamado "Isabel Segunda" que servía a la carretera pavimentada de Mayagüez a San Germán.

En su vecindad se escenificó una batalla de la guerra hispano-cubana-estadounidense. Allí el Coronel Torrecillas resistió a la columna invasora del Brigadier T. Schwan por dos horas, hasta que se le acabaron las municiones, y desde ese punto se inició el hostigamiento a las tropas yanquis por parte del guerrillero mayagüezano Juancho Bascarán.



Arriba: Vista general desde el cauce.

Página opuesta: Vista del tablero y del estribo norte de la estructura.

Puente Núm. 339; del Rio Hondo [42]

Ubicado en:	**Bo. Río Hondo, Comerío**
Salva a:	**Río Hondo**
Terminado en:	**1908**
Tipo:	**armazón lateral de "X's" en acero, un tramo**
Longitud:	**20.6 metros**

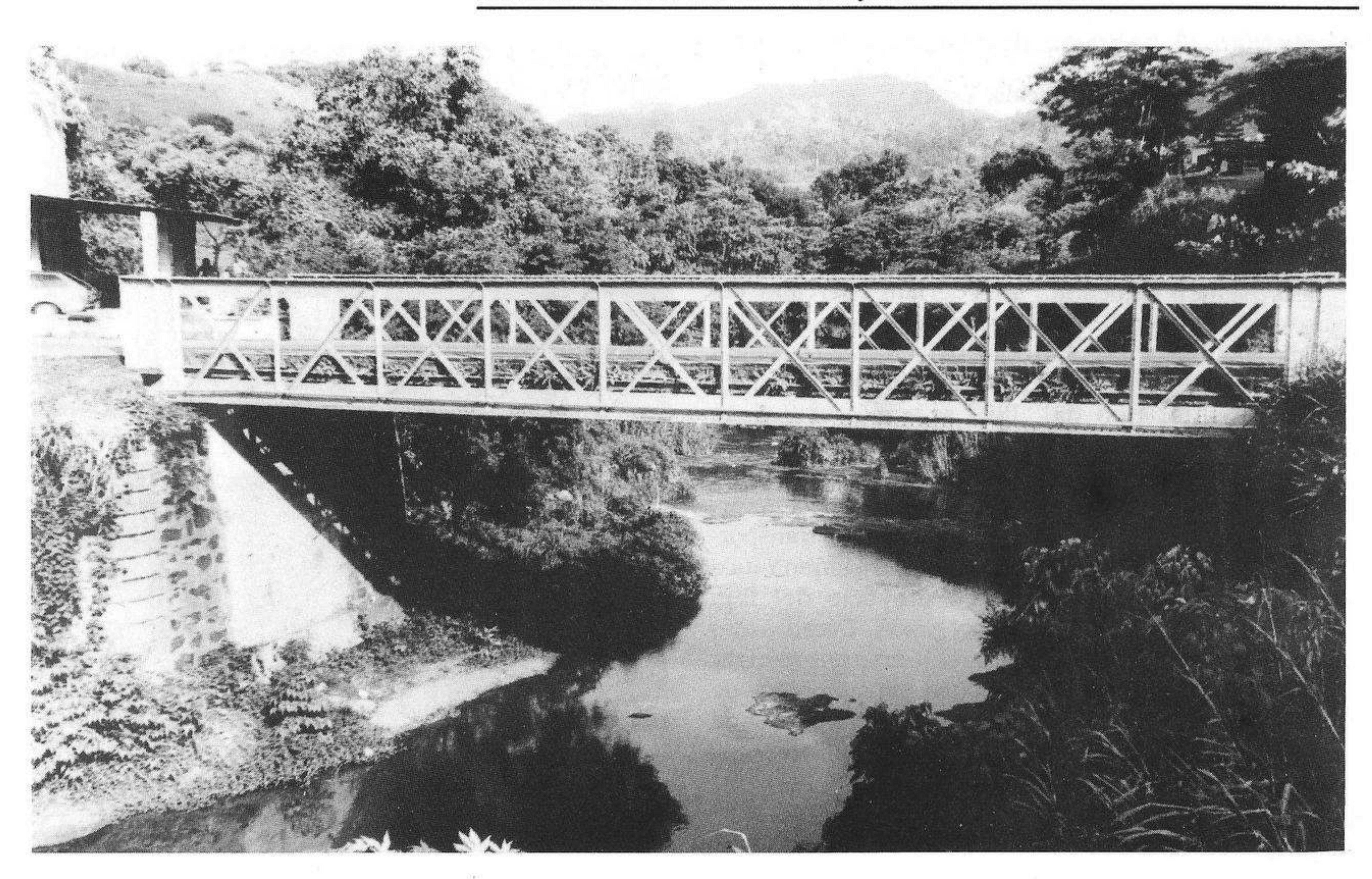


Este magnífico puente se halla en el kilómetro 26.9 de la Carretera Núm. 156 entre Comerío y Barranquitas. Posee unos estribos monumentales de unos 22 pies de altura con muros en ala hechos de mampostería con cornisas y cantoneras de sillería en almohadillas. Las viguetas transversales que corren bajo el tablero son pequeños armazones en "X's".

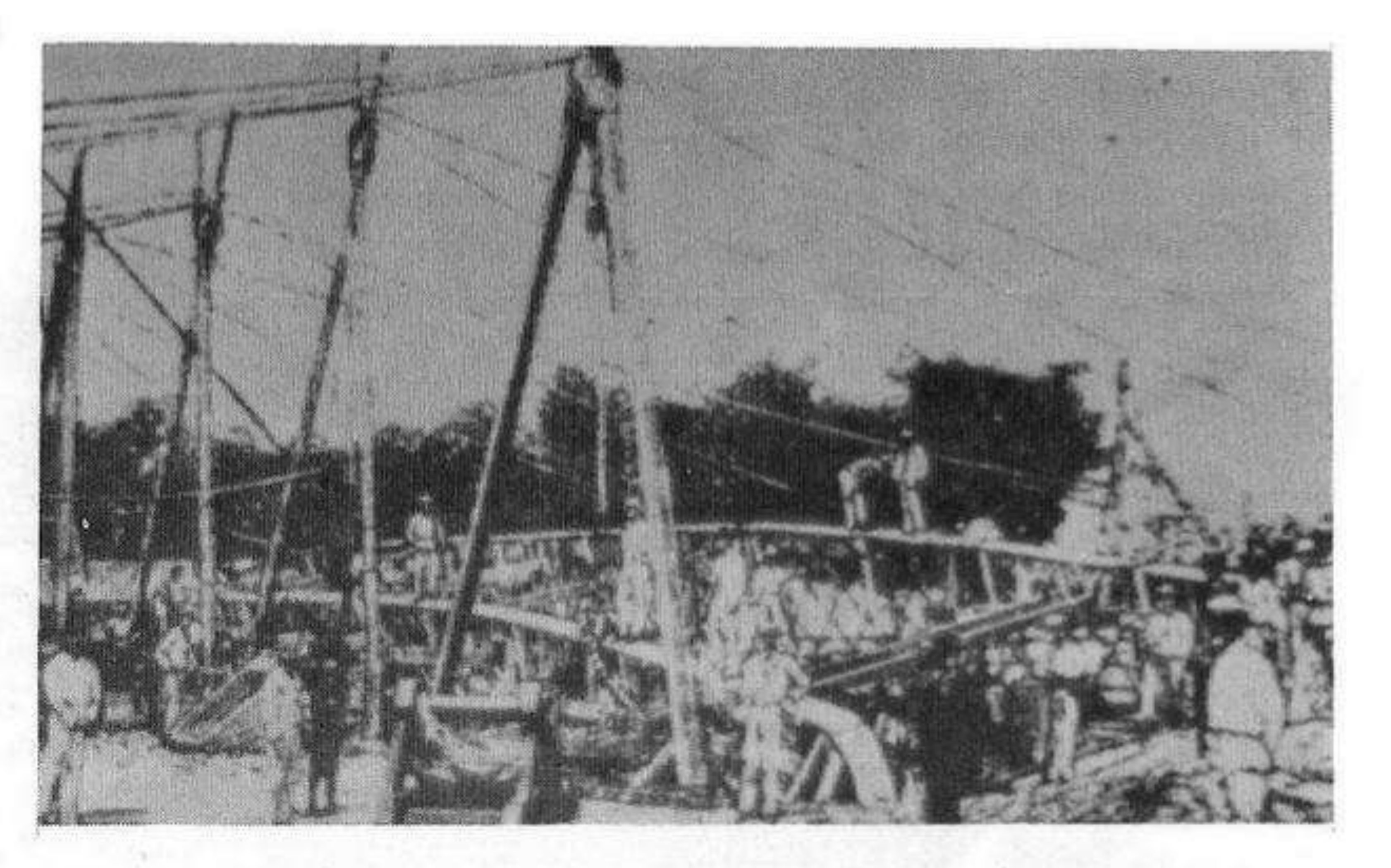
El tramo de acero de esta estructura, fabricado por la *Cía. Participation Belgue* c.1880, perteneció originalmente al antiguo Puente de los Reyes Católicos sobre el río Plata entre Dorado y Toa Alta. Allí sobrevivió a la destrucción parcial de éste por el Huracán San Ciriaco de 1899. Fue instalado aquí por disposición del entonces Superintendente de Obras Públicas, Ing. Juan José Jiménez, tras modificaciones efectuadas al tramo metálico por el Ing. Rafael Nones.

***Izquierda:** Detalle de estribo y viguetas transversales.*

***Página opuesta:** Vista general.*



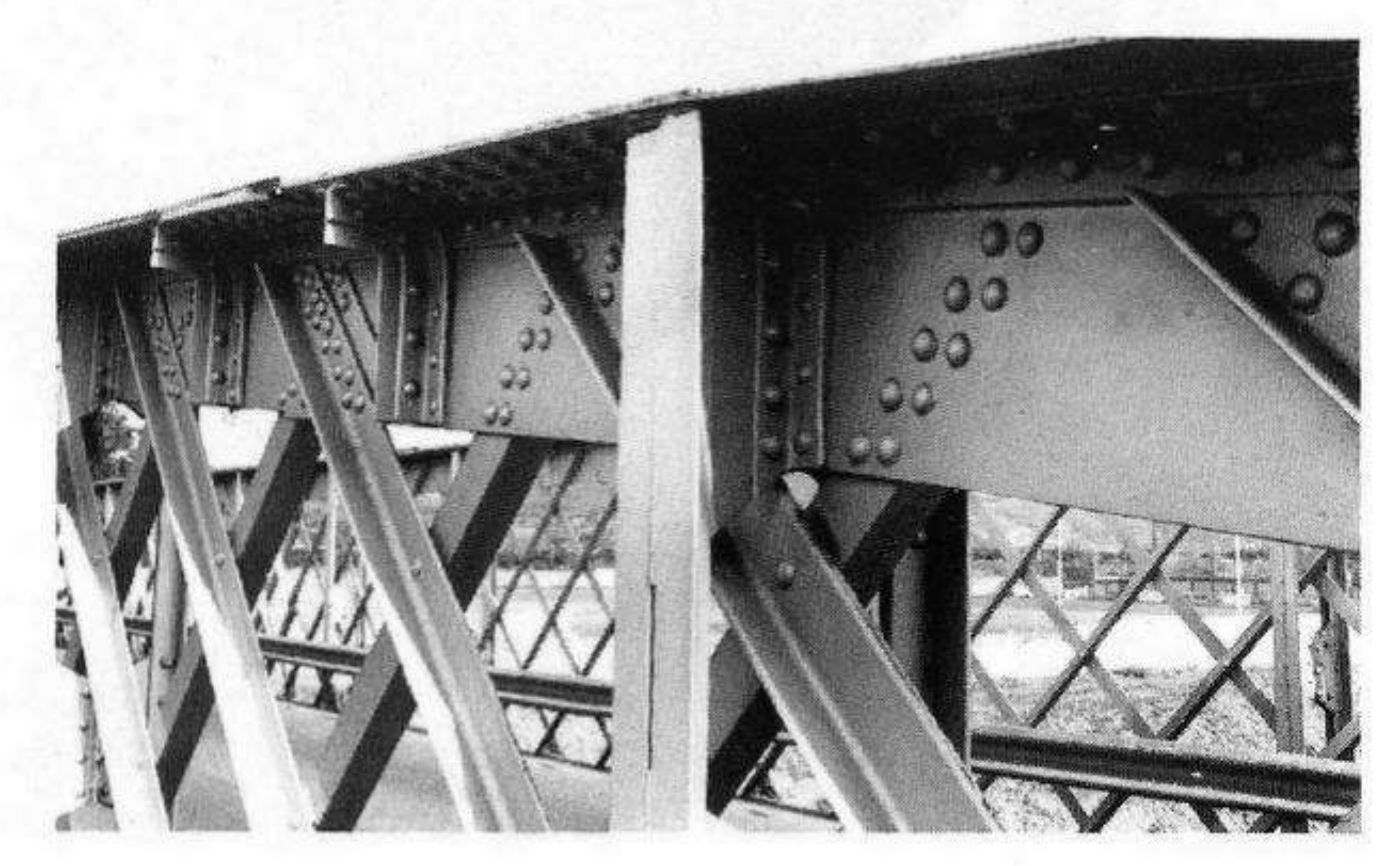
Puente Núm. 79: de Yauco, de Hierro, Cristóbal Colón [43]



Ubicado en: **Bo. Pueblo, Yauco**
Salva a: **Río Yauco**
Terminado en: **1915**
Tipo: **Armazón lateral poligonal de celosía metálico con postes, un tramo**
Longitud: **39.8 metros**

Este puente se encuentra en uso en el kilómetro 0.9 de la Carretera Núm. 127, la salida vieja de Yauco a Guayanilla. Su tipo de armazón es único en la isla. Los estribos de hormigón lo sostienen a 18 pies sobre el cauce normalmente seco del río. El sistema de piso es a base de viguetas transversales achaflanadas y planchas bombeadas.

Esta estructura de 60 toneladas sirvió a la Carretera Central a fines del siglo pasado sobre el río Portugués entre Ponce y su Playa. Después de ser rescatado en 1914 del fango del cauce del río Portugués, a donde había ido a parar tras las crecientes del Huracán San Ciriaco del 1899, se erigió sobre el río Yauco en 1915. Ricardo Skerret, entonces Ingeniero de Distrito del Sur, se encargó de su rescate, transportación e instalación en Yauco según proyecto del Ing. Rafael Nones. Décadas más tarde se le tuvo que reforzar con una subestructura de pilastras y largueros de acero.





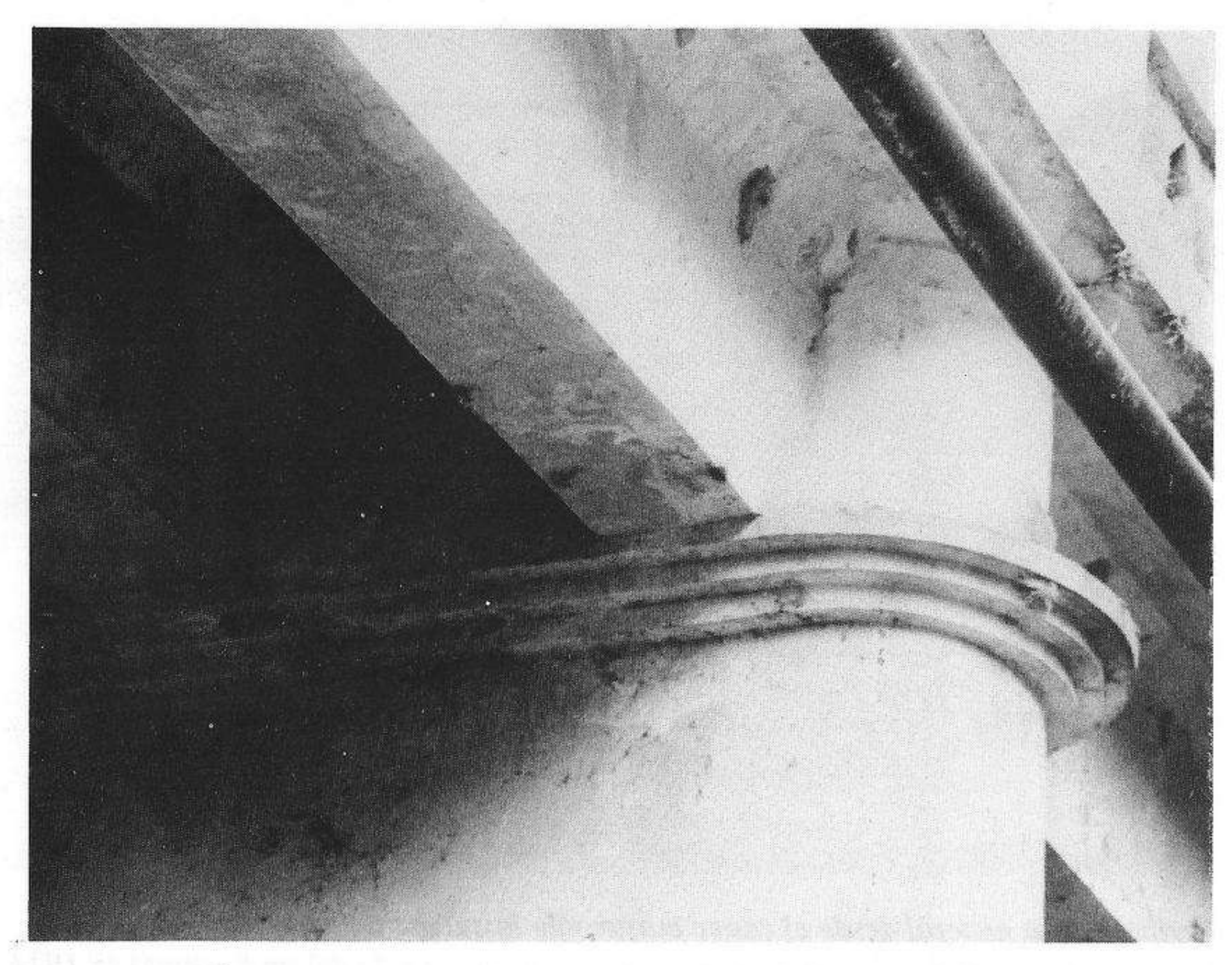
***Arriba:* Vista general desde el cauce mostrando la subestructura de refuerzo.**
***Página opuesta arriba:* Proceso de levantar el puente del lodo del río Portugés en 1914 para moverlo a Yauco. Q.R.G.**
***Página opuesta abajo:* Detalle del armazón compuesto por piezas angulares**

PUENTES DE VIGAS MAESTRAS EN ACERO Y HORMIGON

Estamos llamando "vigas maestras" a las vigas principales que corren por debajo del tablero del puente y que lo sostienen directamente, con o sin viguetas transversales. Algunos puentes de este tipo tienen sólo dos vigas, mientras que otros cuentan con una viga maestra cada dos o tres pies.

Aunque esa forma de construcción se usó en el siglo 19 en puentes de madera, todos los que quedan hoy en pie son de acero u hormigón y pertenecen al presente siglo. En la mayoría de los puentes de este estilo las vigas de acero se recubrían de hormigón para preservarlas de la corrosión. Sobre las profundas y anchas quebradas Bellaca y de los Cedros, entre Camuy y Aguadillla, la *American Railroad* erigió viaductos en acero de caballetes armados y vigas maestras entre 1906 y 1908, pero éstos se perdieron tras la quiebra del ferrocarril (Ver la foto 12 de la página 29).

Al generalizarse entre las décadas



Detalle de la viga en acero recubierta con hormigón del puente 261 y los elementos decorativos de una pilastra.

segunda y tercera de esta centuria la construcción de pilastras en hormigón cimentadas sobre pilotes, el tipo de puente multi-tramo más económico, excepto bajo ciertas limitaciones de cimientación, topografía o hidrología, resultó ser el de vigas maestras en acero con soportes aproximadamente cada 10 metros. Esto siguió siendo así hasta la popularización de las vigas de hormigón pretensado en el período de la posguerra.

Dado que un puente de vigas de acero sostenidas cada diez metros por pilastras sobre pilotes conllevaba un diseño y construcción que se hicieron casi rutinarios, de los muchos puentes de este tipo que quedan en pie se designó como histórico solamente a un puente típico representativo. Esa designación recayó sobre el puente 261. Casi todos los demás puentes de vigas maestras que incluimos a continuación tienen elementos arquitectónicos o de otro tipo que los singularizan.

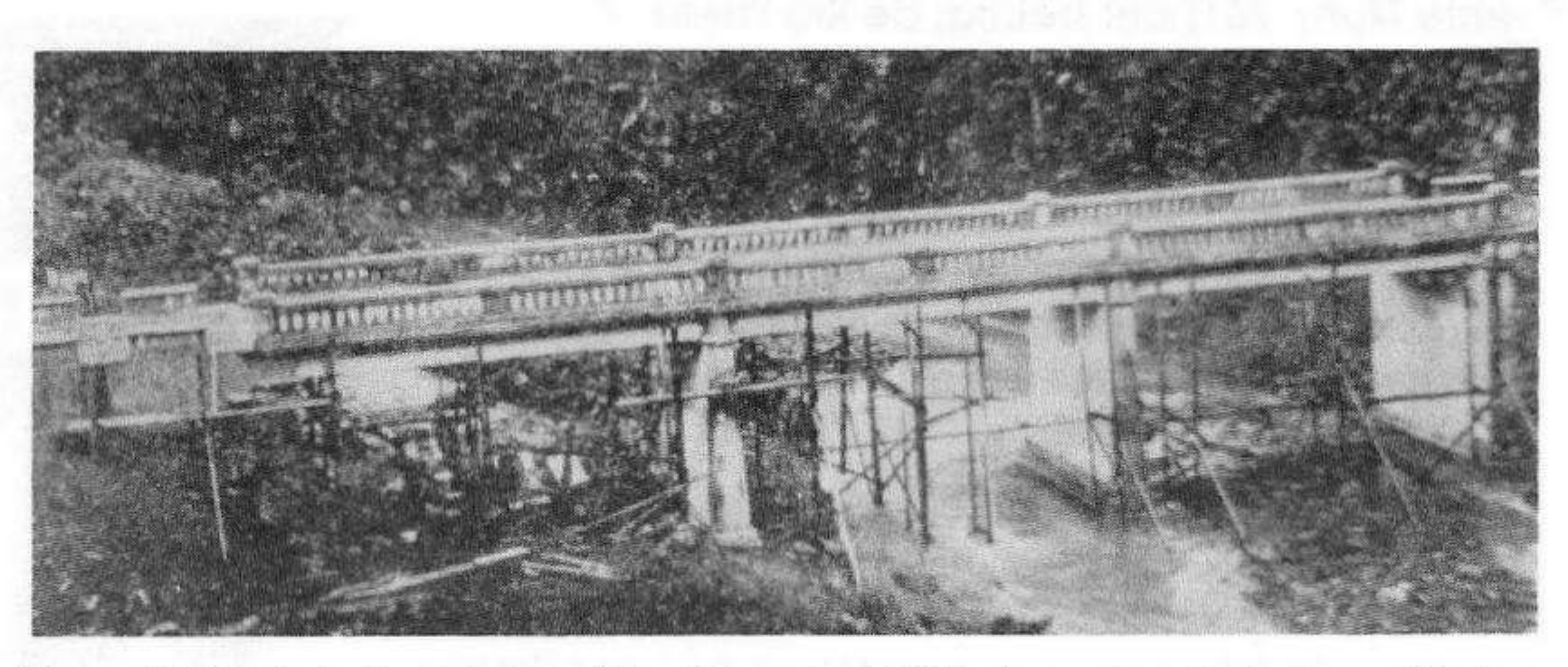
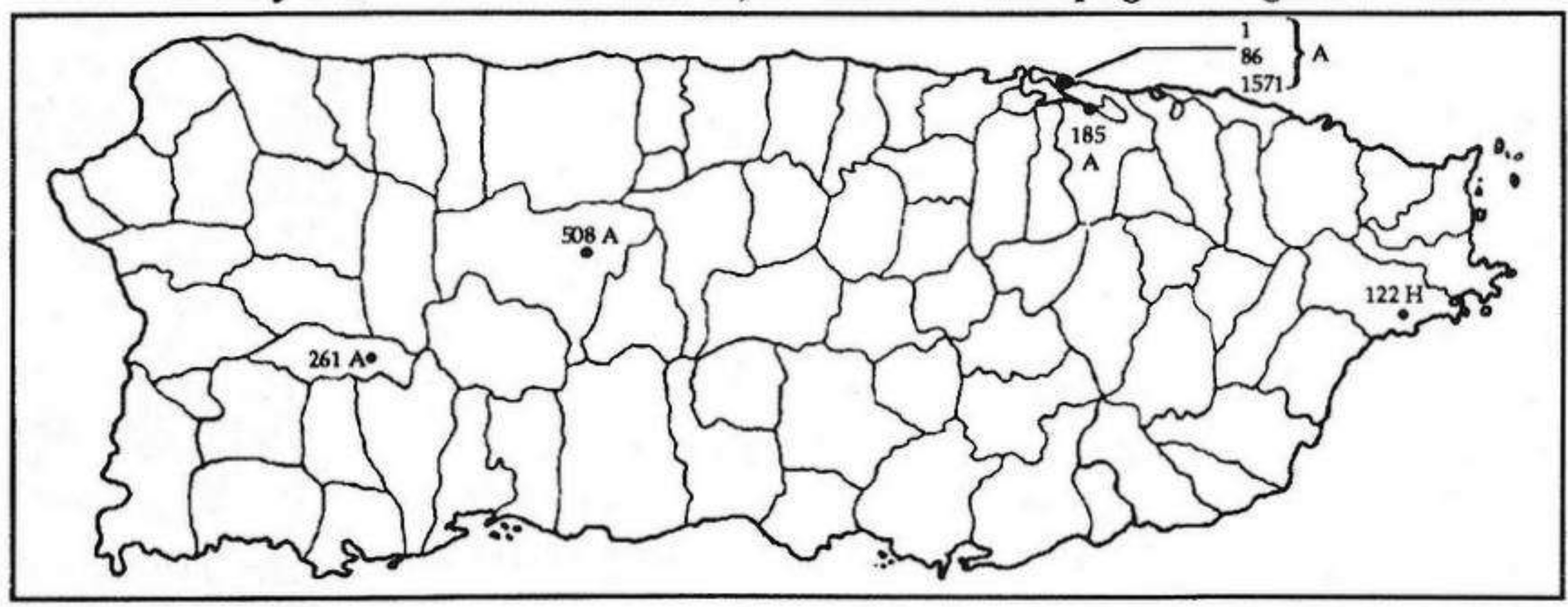


Foto del 1924 de la construcción del puente 261, demostrando la integridad que mantienen hoy día todos sus elementos, ilustrados en las páginas siguientes. **R.O.P.**



MAPA 4: Distribución de los puentes históricos de vigas maestras. La "H" denota que las vigas son de hormigón y la"A" que son de acero.

Puente Núm. 261; del Treinta; de Río Prieto [44]

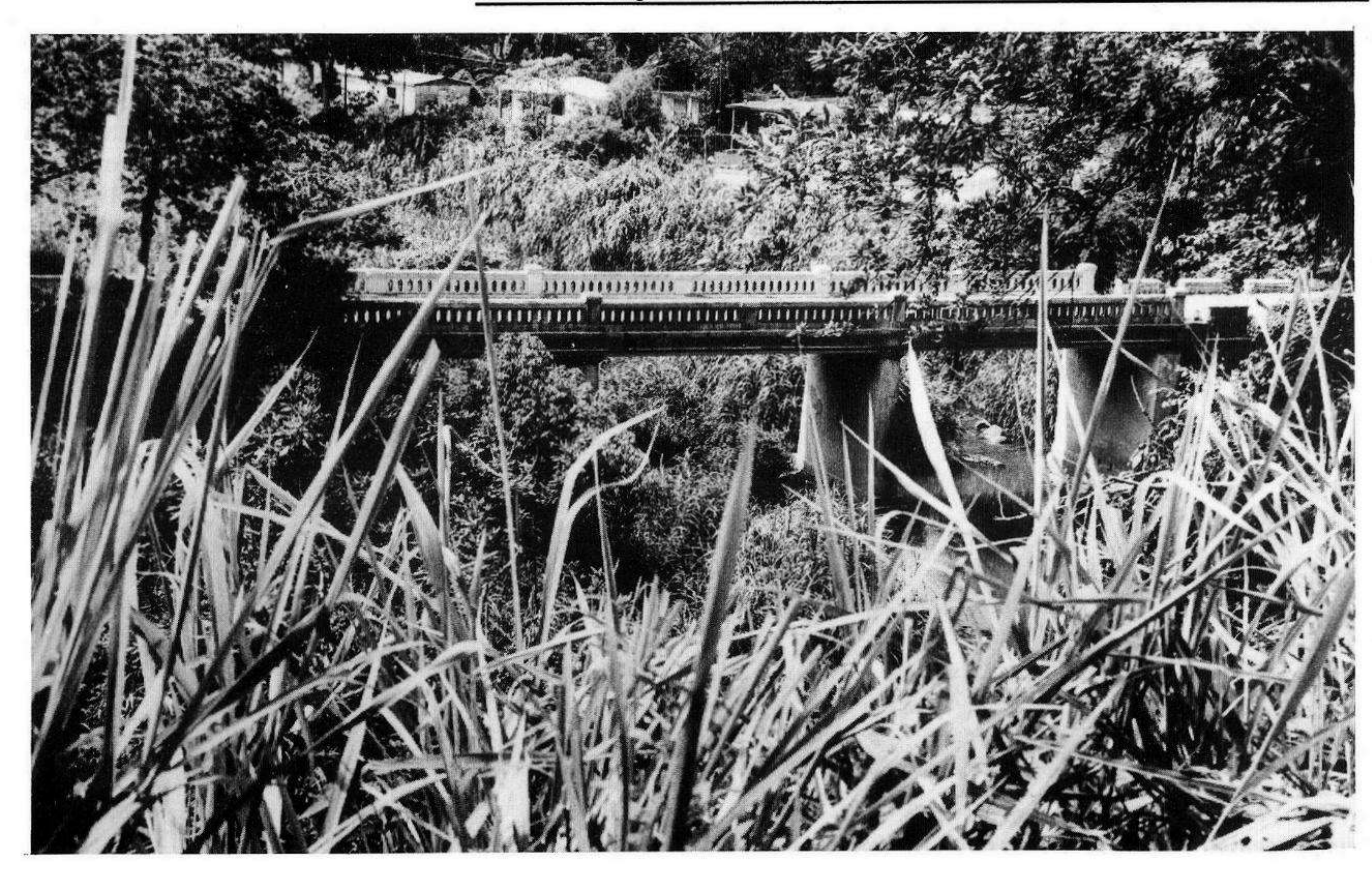
Ubicado en: Bo. Indiera Alta, Maricao
Salva a: Río Prieto
Terminado en: 1924
Tipo: Viga maestra múltiple en acero recubierto de hormigón, 3 tramos
Longitud: Tramo mayor: 9 metros
total: 32.6 metros

Este puente del kilómetro 32.7 de la Carretera Núm. 128 entre Lares y Yauco está representando, por su condición, belleza y ambientación, a los muchos puentes de su tipo que quedan en uso. Este tipo de puente fue el más común de las décadas de 1920 a 1940.

El nombre de este puente viene del antiguo kilómetraje de la carretera en la cual se ubica, el cual cambió cuando se retrazó parte de ella c.1950 con motivo de la construcción de la Represa Luchetti. La estructura ostenta parapetos ornamentados en hilera en los accesos y una barandilla balaustrada en hormigón. Las pilastras en hormigón de unos 18 pies de altura máxima tienen una cornisa de tres cuerpos que les da la vuelta al nivel de los asientos. Su erección estuvo a cargo del Ing. Enrique Ortega. Con esta obra de $13,993 y el arduo corte en roca viva al vecino Peñón de la Encantada, se concluyó la difícil ruta de 38 kilómetros de Yauco a Lares, iniciada en 1906.



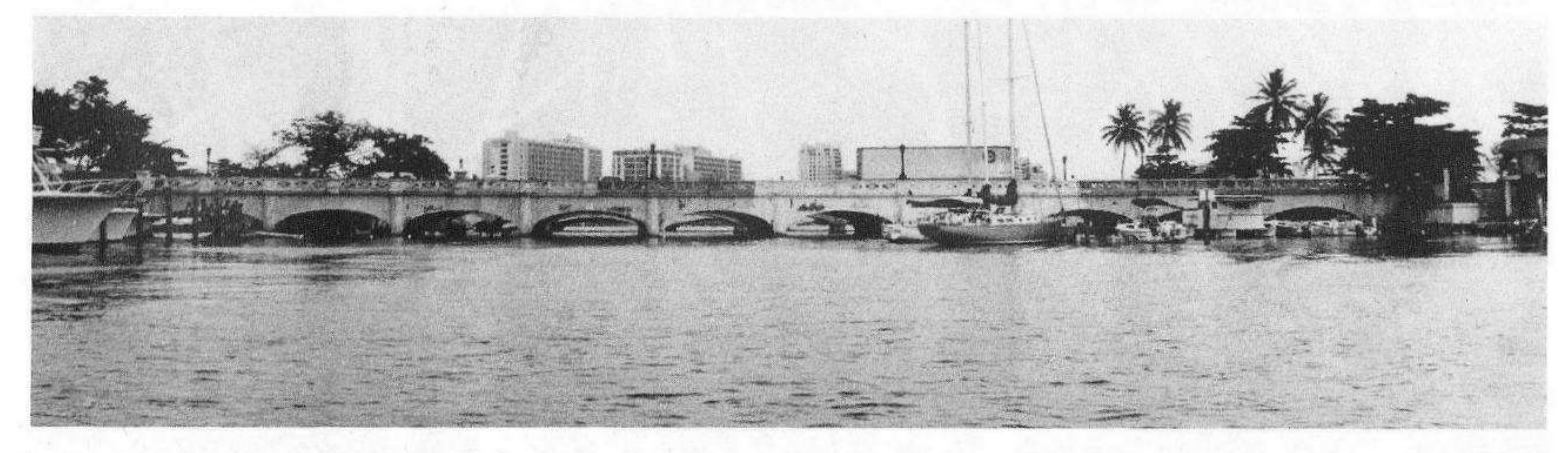
***Arriba:** Detalle con balaustrada integral, tablero y viga.*
***Página opuesta:** Vista general del puente desde el borde de la carretera hacia Yauco.*



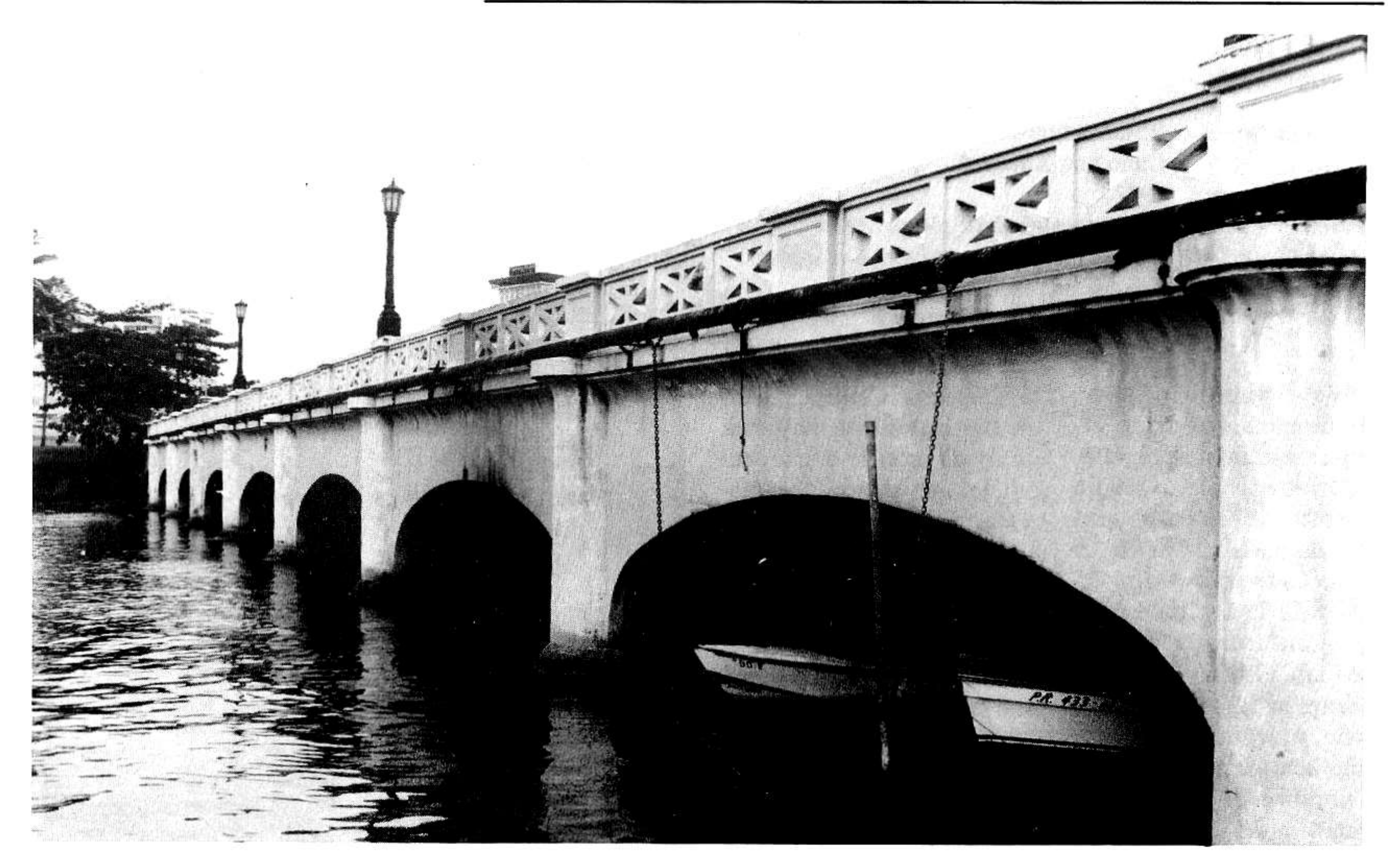
Puente Núm. 1; San Antonio; de la Ave. Muñoz Rivera[45]

Ubicado en:	**Bos. Santurce / San Juan, San Juan**
Salva a:	**Caño San Antonio**
Terminado en:	**1925**
Tipo:	**Viga maestra múltiple en acero recubierto de hormigón, 10 tramos**
Longitud:	**Tramo mayor: 10.5 metros**
	total: 100.9 metros

Dadas las exigencias de un tránsito creciente, se construyó a un costo de $122 mil, este segundo puente de acceso a la isleta de San Juan para servir a la nueva carretera que iba desde Miramar a los muelles de la isleta. Su estilo monumental disimula detrás de una fachada en arcos a una estructura común de vigas en acero recubiertas en hormigón sobre pilastras en hormigón armado. Los tajamares circulares suben hasta la cornisa de coronamiento. Sus faroles decorativos en hierro fundido y una barandilla en forma de bloque ornamental añaden a su porte. Diseñó este puente el Ing. Rafael Nones y el contratista fue Robert Prann.



***Arriba:* Vista de la cara oeste desde el Caño.**
***Página opuesta:* Detalle de la cara norte mostrando la ornamentación y los faroles.**

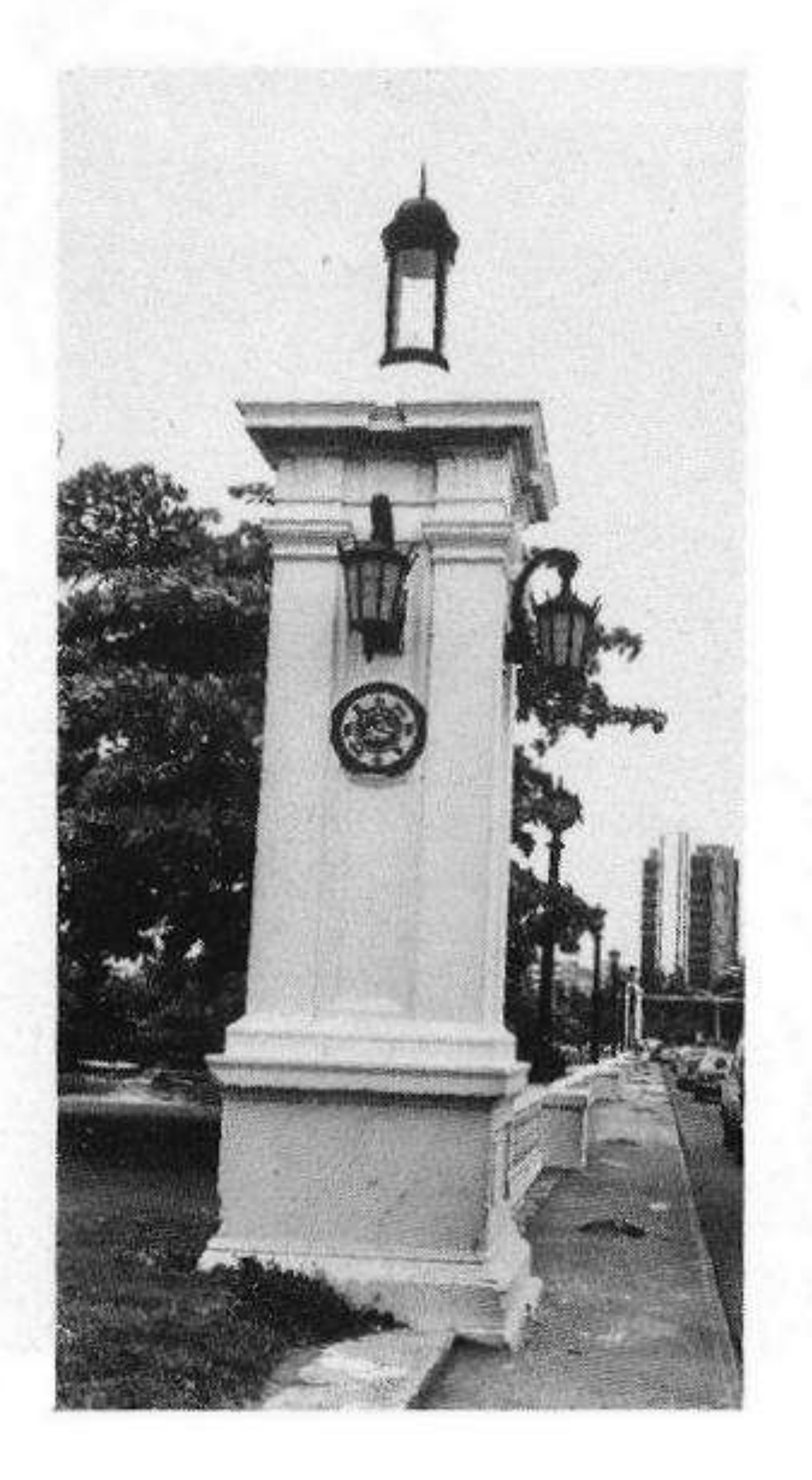


Puente Núm. 86; San Antonio, Guillermo Esteves, Puente del Agua [46]

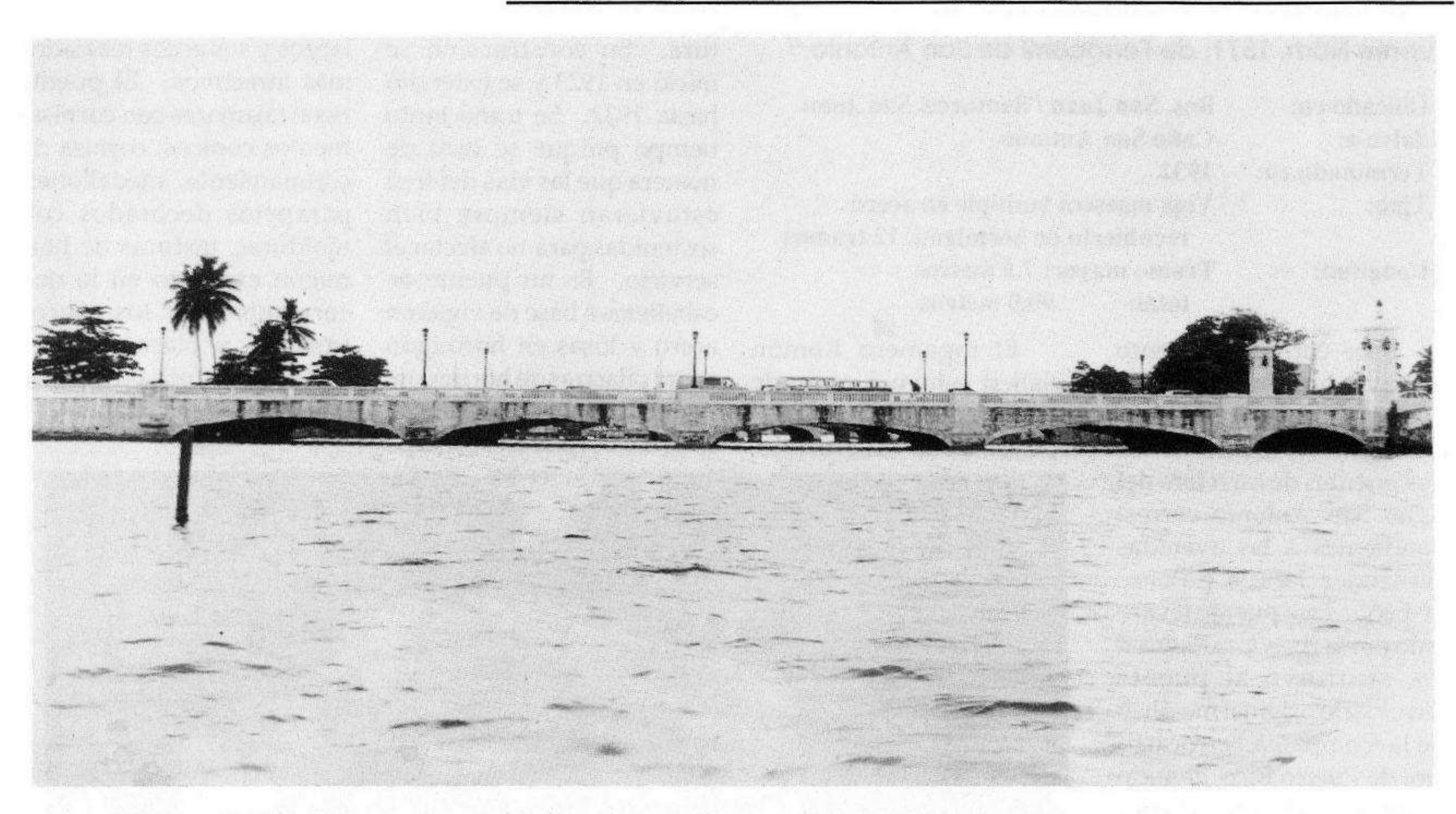
Ubicado en:	**Bos. Santurce / San Juan, San Juan**
Salva a:	**Caño San Antonio**
Terminado en:	**1927**
Tipo:	**Viga maestra múltiple en acero recubierto de hormigón, 5 tramos**
Longitud:	**Tramo mayor: 17.8 metros**
	total: 107.4 metros

Este puente de tipo monumental, diseñado arquitectónicamente por Rafael Carmoega y levantado a un costo de $140,000, está ubicado en el kilómetro 3.4 de la Carretera Núm. 25 (Avenida Ponce de León), entre Santurce y la isleta de San Juan. Ocupa el lugar del pedraplén del 1521 que más tarde fuera usado como acueducto (de donde le viene el nombre de Puente del Agua), y de las versiones posteriores que sirvieron a la Carretera Central. Aún quedan troneras y una garita junto al estribo norte del puente actual que pertenecen a la época en que había aquí un puente fortificado.

El sistema estructural del puente actual, a base de vigas madrinas con pilastras y tablero en hormigón, está disimulado por arcadas decorativas, reflejando la forma del vecino puente paralelo que se había terminado dos años antes. Los masivos y decorados pilares de esquina que marcan las entradas al puente, los faroles decorativos, las balaustradas y hasta las placas conmemorativas destacan la monumentalidad del que ha de ser el puente principal de Puerto Rico en términos populares, acceso a la capital y volumen de tráfico. El ingeniero estructural fue Rafael Nones, y el contratista Félix Benítez Rexach.







***Arriba:* Vista desde la Laguna del Condado. Al fondo se ve parte de las pilastras de los otros dos puentes paralelos.**
***Página opuesta:* Detalle de una pilastra de esquina ornamentada y de un farol de hierro fundido.**

Puente Núm. 1571; de Ferrocarril de San Antonio [47]

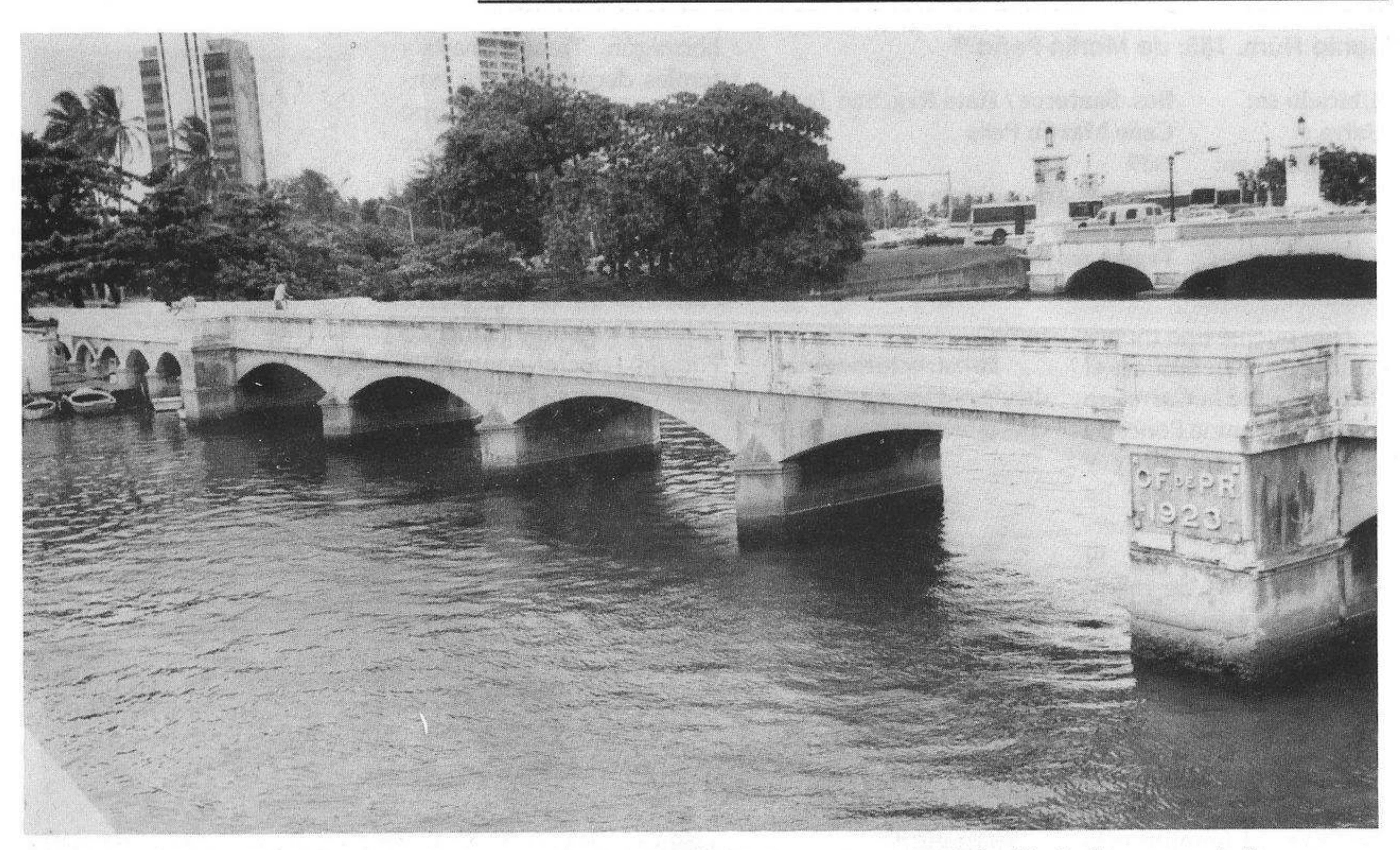
Ubicado en:	**Bos. San Juan / Santurce, San Juan**
Salva a:	**Caño San Antonio**
Terminado en:	**1932**
Tipo:	**Viga maestra múltiple en acero recubierto de hormigón, 12 tramos**
Longitud:	**Tramo mayor: 7.5 metros**
	total: 90.0 metros

Este estrecho puente ferroviario, hoy en uso peatonal y recreativo, se encuentra en medio de los dos puentes de carretera del Caño San Antonio correspondientes a las avenidas Fernández Juncos y Ponce de León. Este puente levantado por la *American Railroad Co.* sustituyó al puente ferroviario original metálico de la Compañía Ferrocarrilera de Puerto Rico, eregido c.1890 por Joaquín Gisbert, el cual tenía un tramo desmontable y se hallaba en malas condiciones.

El ingeniero Ramón Gelabert estuvo a cargo de los cimientos y Reinaldo Ramírez de la superestructura. Su construcción se inició en 1923 y se extendió hasta 1932. Se tomó tanto tiempo porque se hizo de manera que las vías del tren estuvieran siempre bien sostenidas para no afectar el servicio. Es un puente de caballetes a base de vigas en acero y losas en hormigón sobre pilastras de hormigón, pero con fachadas en arcos. Los tramos centrales son más largos y sus arcos rebajados más atractivos. El puente tiene tajamares con cornisamentos cónicos, cornisa de coronamiento, medallones, parapetos decorados con molduras, texturas de hormigón expuesto en lo que corresponde a los muros frontales y placas decorativas con las fechas de inicio y conclusión de la obra.



Vista que presentaba el puente al maquinista del ferrocarril.



Vista desde el Puente Núm. 1 mostrando los tramos centrales y las fechas en las caras de los "refugios peatonales".

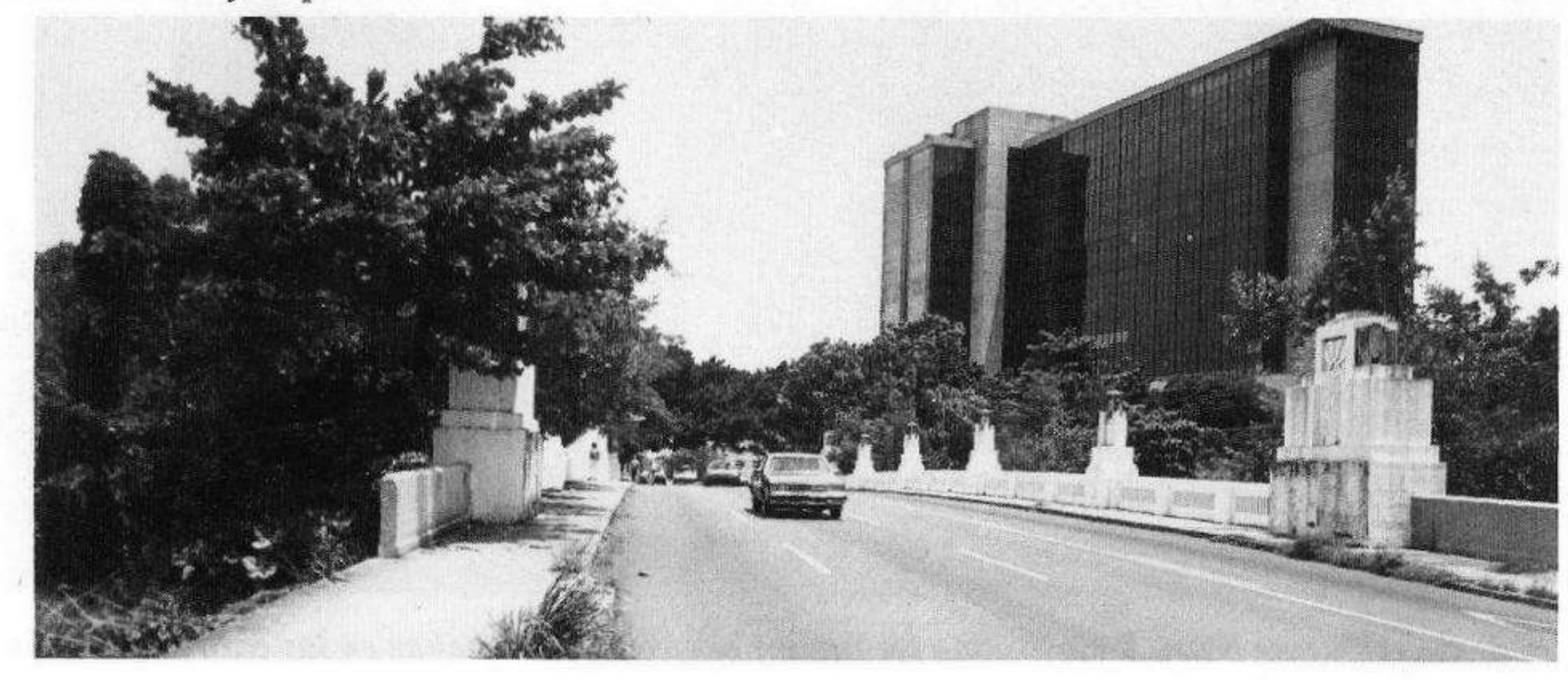
Puente Núm. 185; de Martín Peña [48]

Ubicado en:	**Bos. Santurce / Hato Rey, San Juan**
Salva a:	**Caño Martín Peña**
Terminado en:	**1939**
Tipo:	**Viga maestra múltiple en acero, 5 tramos**
Longitud:	**Tramo mayor: 14.5 metros**
	total: 73.5 metros

Este puente tipo monumental se encuentra en el kilómetro 8 de la Carretera Núm. 25 (Avenida Ponce de León) entre Hato Rey y Santurce. Este lugar ha estado ocupado por diversos puentes desde 1521. El puente de arcos de mampostería levantado allí en 1784 fue escenario de una defensa heroica de los milicianos puertorriqueños frente a la invasión inglesa de 1797, en la cual profesó su heroísmo el sargento criollo José Díaz, "el hombre más valiente que el rey de España tenía".

La estructura actual es de vigas de acero expuesto con tablero y soportes en hormigón. Tiene fachada y faroles decorativos en hormigón y una barandilla tipo balaustrada. Los pilares de las esquinas están decorados con medallones y relieves por ambos lados. Fue erigida a un costo de $116,500, según el diseño de los ingenieros Cecilio Delgado y Francisco Fortuño, por el contratista Raúl Gayá Benejam.







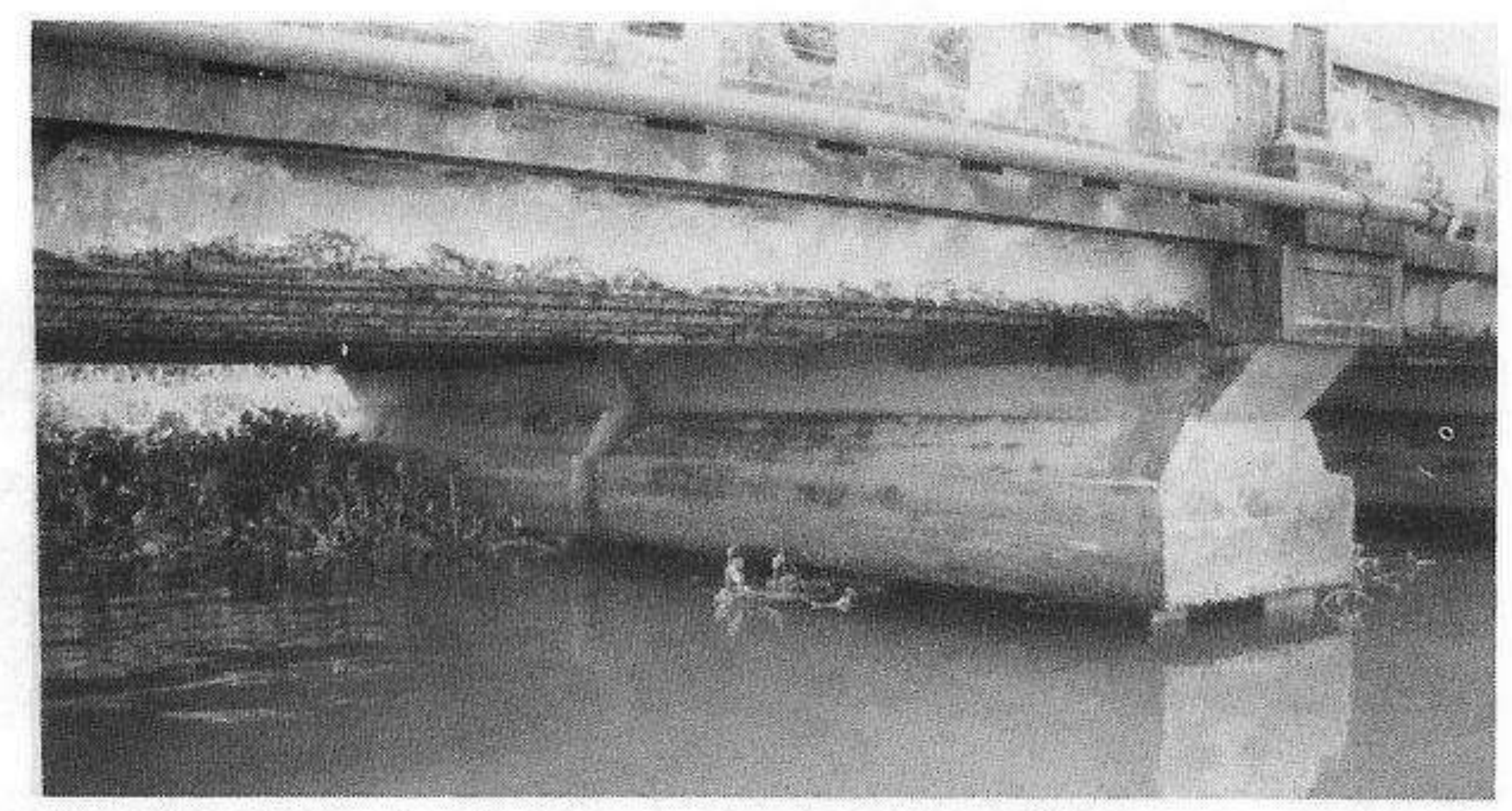
***Arriba:* Vista general desde el puente de la Avenida Muñoz Rivera.**
***Página opuesta arriba:* Detalle de la decoración del dorso de una pilastra de esquina.**
***Página opuesta abajo:* Vista del peatón. Los faroles fueron destrozados por el Huracán Hugo unos meses después de la foto.**

Puente Núm. 122

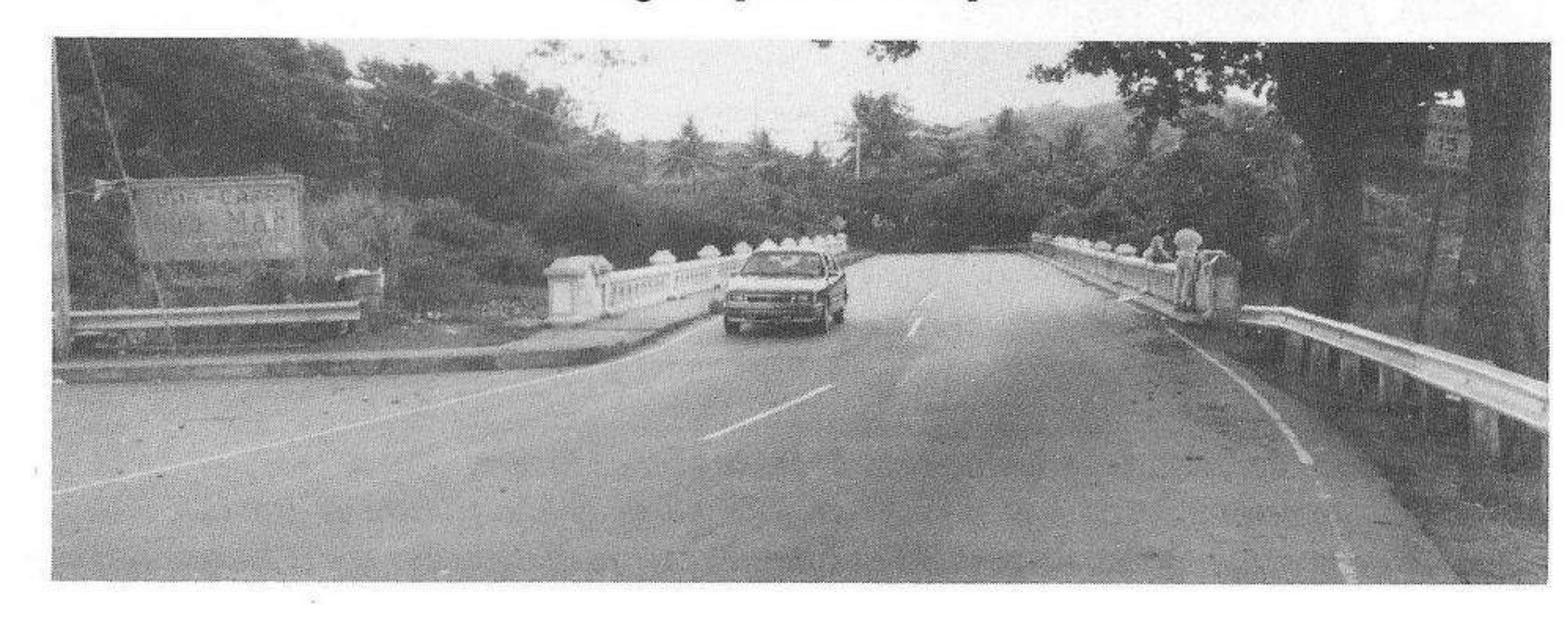
Ubicado en:	**Bos. Río / Húcares, Naguabo**
Salva a:	**Río Santiago**
Terminado en:	**1918**
Tipo:	**Viga maestra de hormigón, 9 tramos**
Longitud:	**Tramo mayor: 7.1 metros**
	total: 64.0 metros

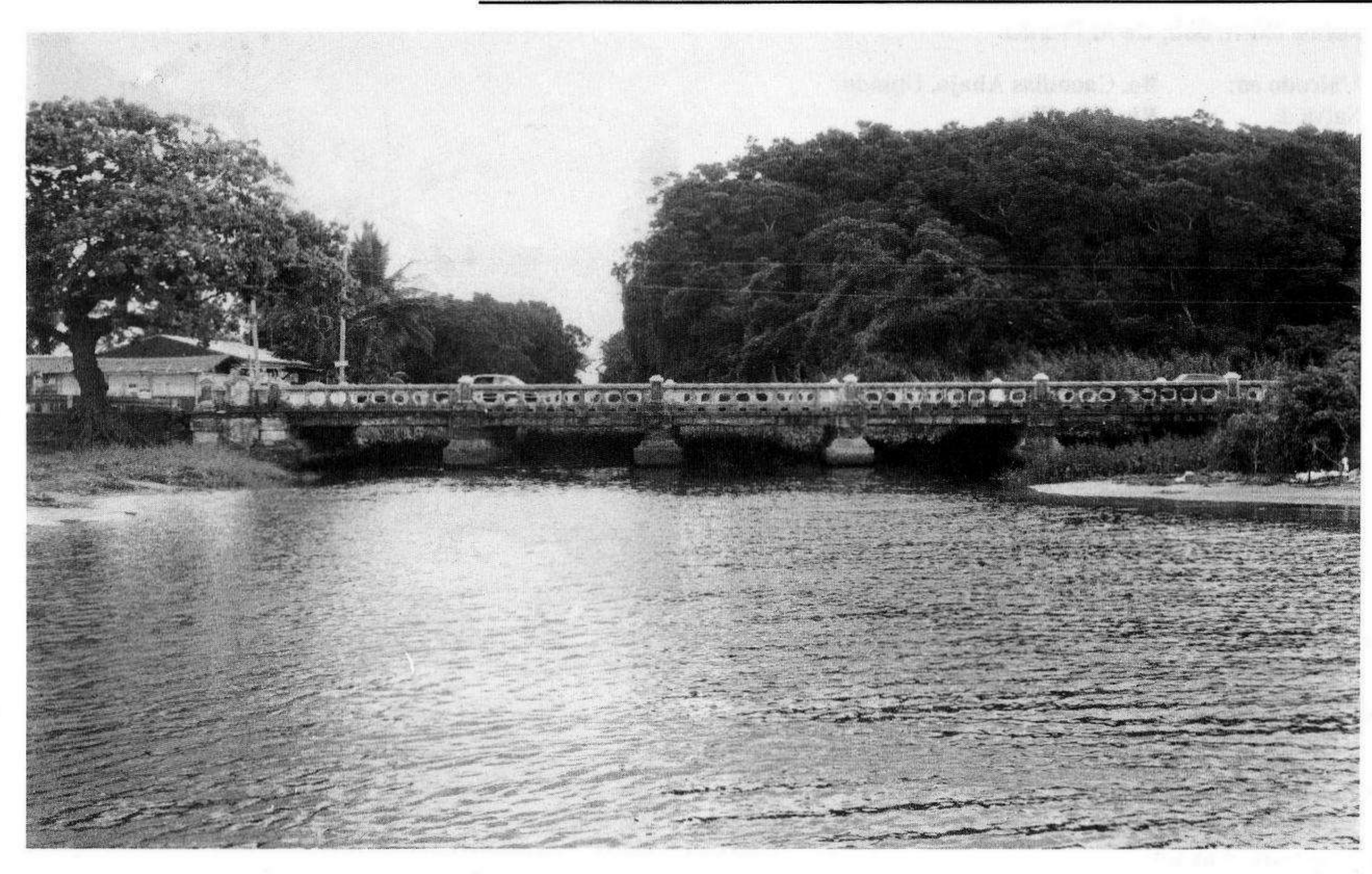
Este atractivo puente está ubicado en el kilómetro 9 de la Carretera Núm. 3 entre Humacao y Ceiba, al sur de Naguabo. Representa en el inventario a los puentes de viga de hormigón, de los cuales es uno de los más antiguos.

Fue diseñado por Rafael Nones y construído por Félix Benítez Rexach. Sus pilastras de caras decoradas con medallones rectangulares son a la vez el arquitrabe que corona los pilotes de fundación. Las barandillas en forma de balaustrada estilizada están interrumpidas regularmente por pilares decorados con molduras y texturas de agregado expuesto. Los estribos aparentan dos pilastras unidas por un parapeto decorado.



Arriba: Detalle de una pilastra sobre pilotes.
Abajo: Vista del conductor hacia el norte.
Página opuesta: Vista parcial desde el mar.





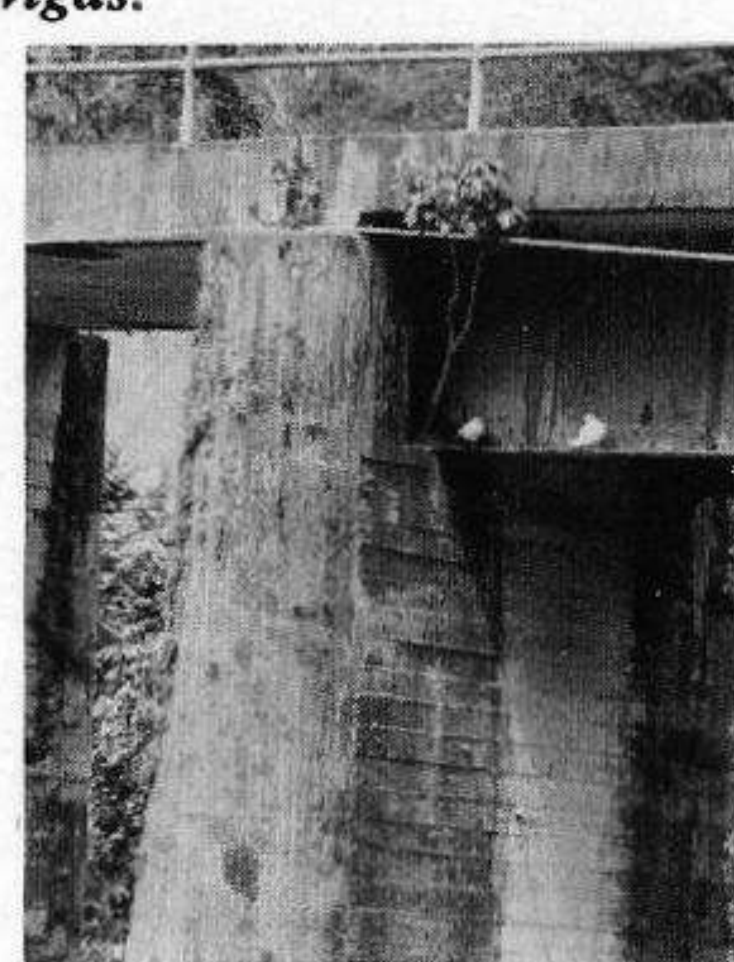
Puente Núm. 508; de la Planta

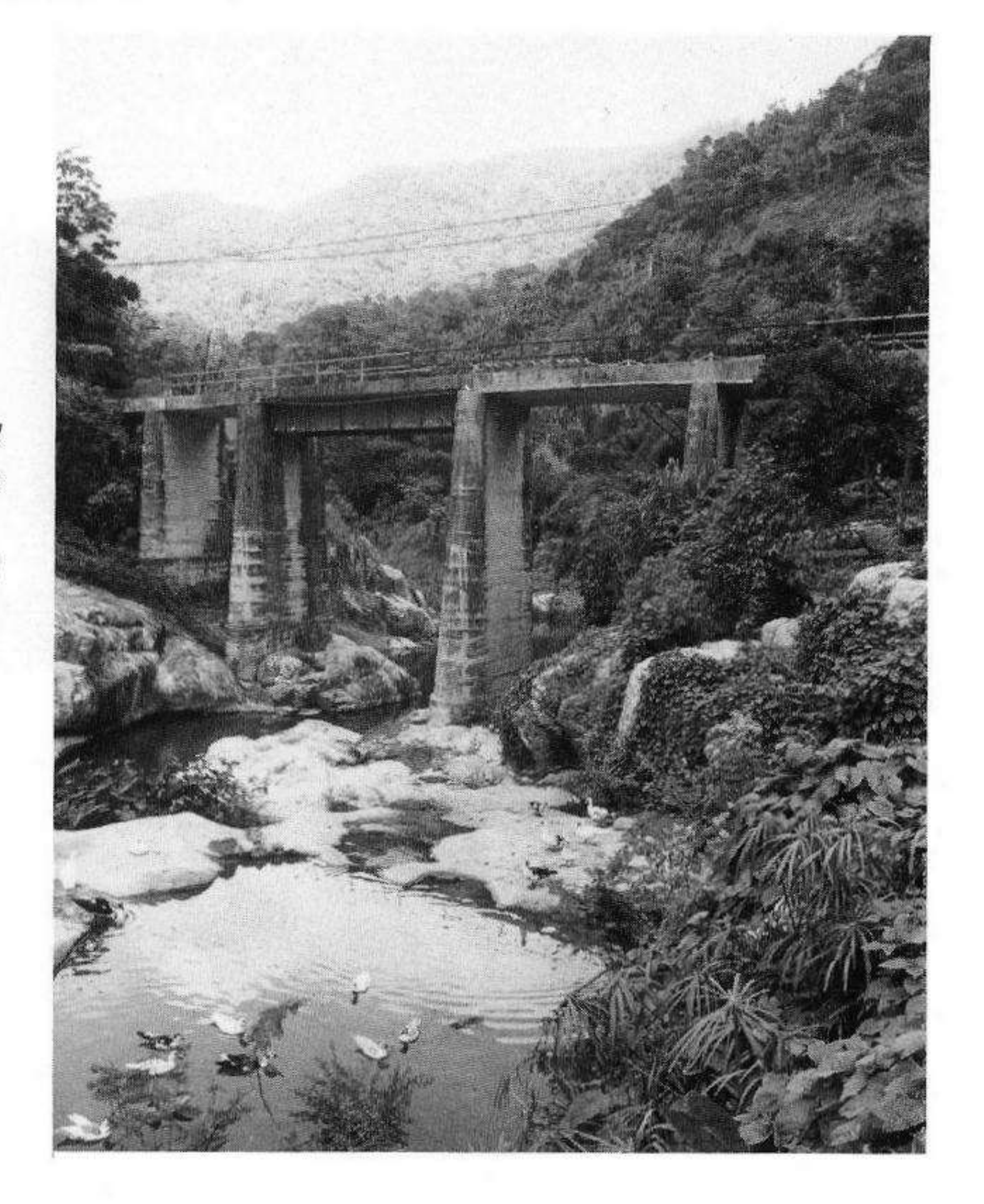
Ubicado en:	**Bo. Caonillas Abajo, Utuado**
Salva a:	**Río Caonillas**
Terminado en:	**1943**
Tipo:	**Viga maestra doble en acero, un tramo**
Longitud:	**Tramo mayor: 10.7 metros**
	total: 55.0 metros

Este singular puente está en el kilómetro 0.2 de la Carretera Núm. 612, la vía de acceso a la planta hidroeléctrica de Caonillas. Su tramo central consiste de una losa de hormigón sobre dos vigas maestras en acero expuesto, unidas por arriostramiento. Tiene viaductos de acceso en hormigón.

Este puente representa aquí a algunos otros puentes de viga maestra doble que existen. Se distingue por sus esbeltos estribos en hormigón de 40 pies de altura y por su ambientación.

Izquierda: Vista general del puente y parte de los viaductos de acceso.
Abajo: Detalle de apoyo de las vigas.





PUENTES DE OTROS TIPOS

Puente Núm. 1142; de Coloso

Ubicado en:	**Bos. Guanábano / Espinar, Aguada / Aguadilla**
Salva a:	**Río Culebrinas**
Terminado en:	**1928**
Tipo:	**Armazón lateral de "W's" con postes en acero; tablero de hormigón reforzado en el lado ferroviario, un tramo**
Longitud:	**25.9 metros**





Este puente del kilómetro 0.5 de la Carretera Núm. 418 es único en cuanto a su tablero, el cual expresa una doble función de carretera y ferrovía. La parte oeste del pavimento aún oculta las vías del ferrocarril privado que tuvo la Central Coloso.

***Arriba:** Vista general de la cara este.*

***Derecha:** Detalle de la parte inferior del tablero, mostrando el refuerzo correspondiente a las vías férreas.*

Puente Núm. 279; de las Cabañas

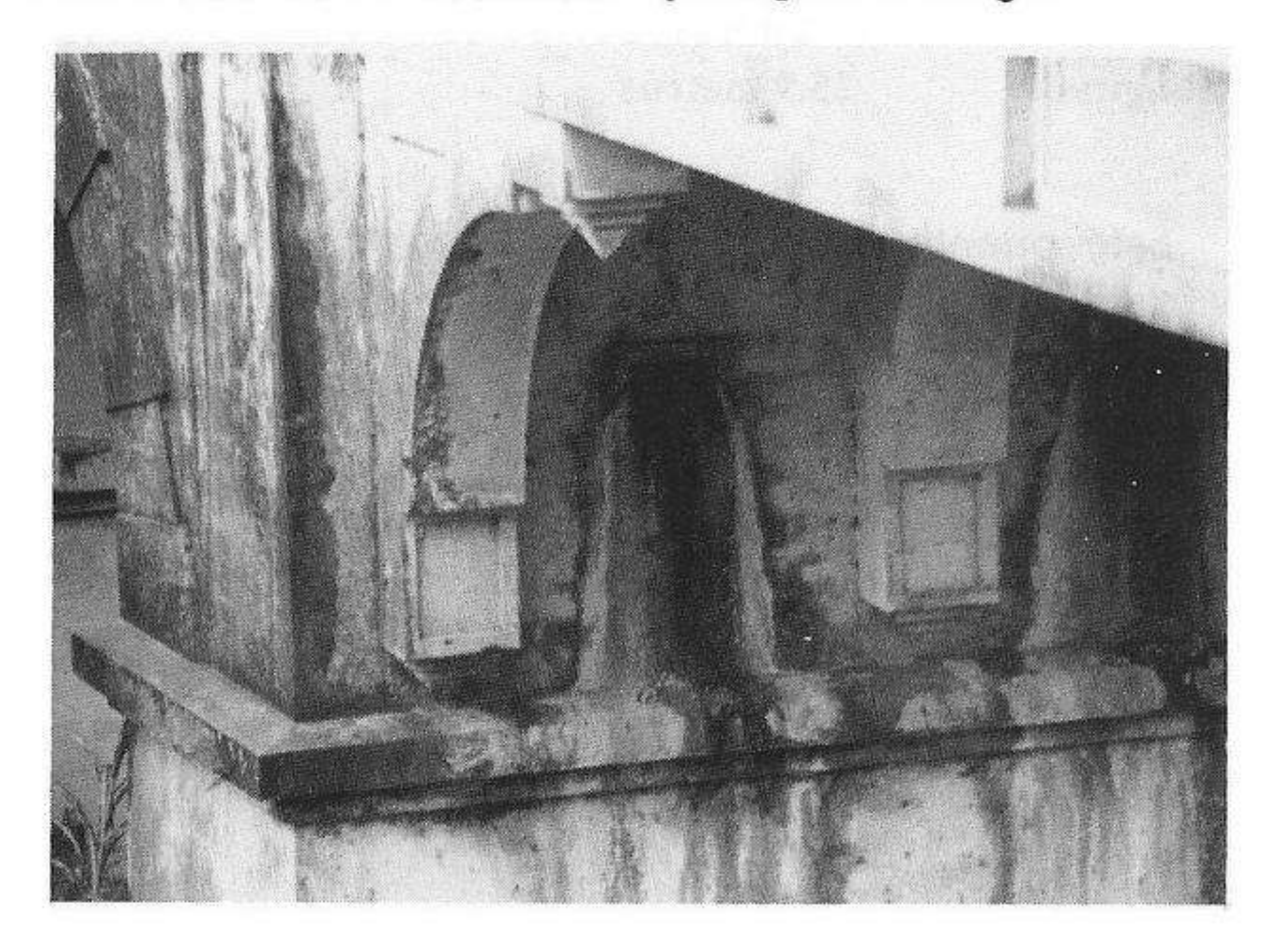
Ubicado en:	**Bos. Capáez / Garzas, Adjuntas**
Salva a:	**Río Vacas**
Terminado en:	**1919**
Tipo:	**Tres tramos de arco en hormigón; dos tramos de vigas maestras en acero**
Longitud:	**Tramo mayor: 13.9 metros**
	total: 48 metros

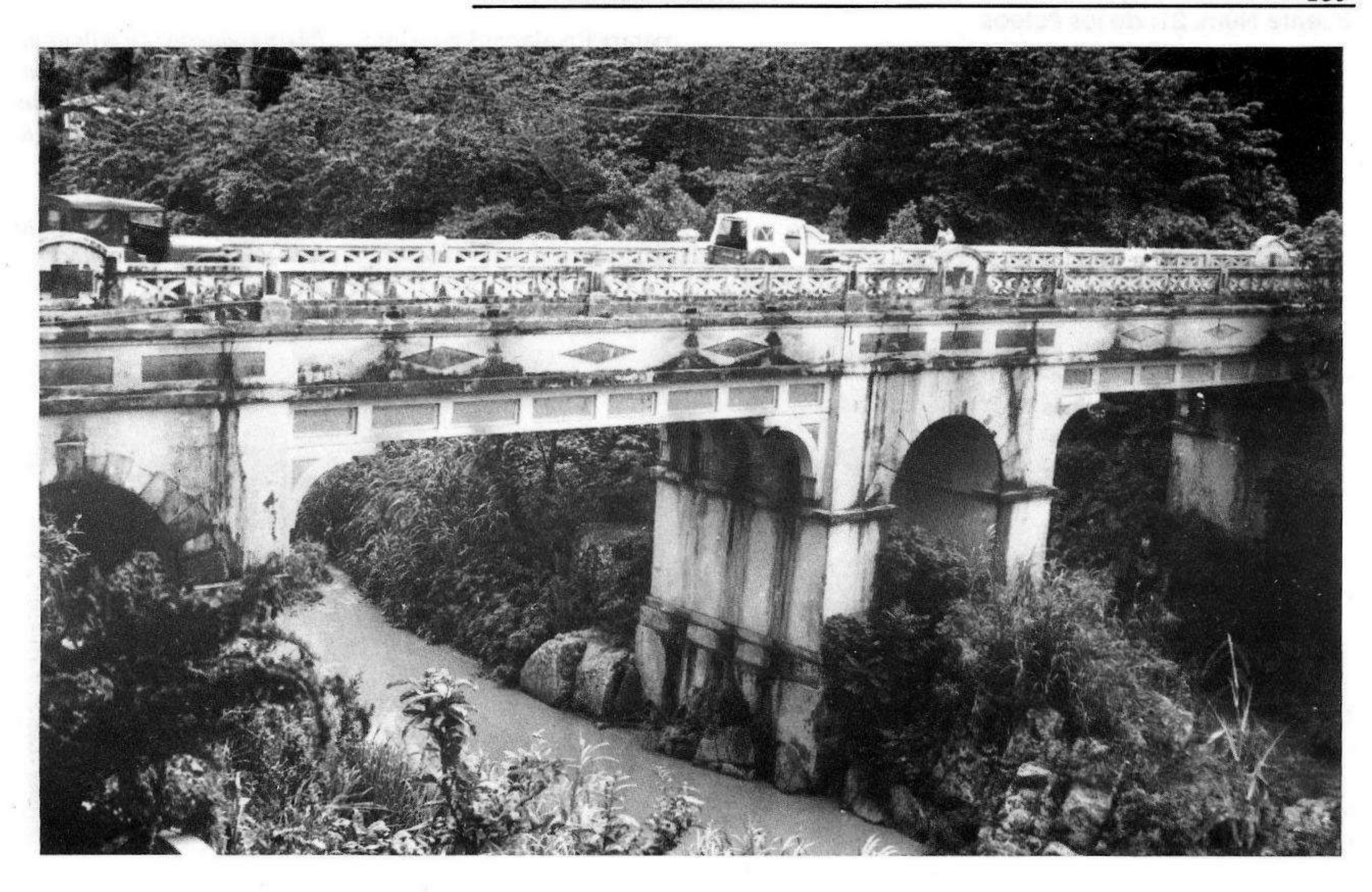
Este bonito puente, único en su tipo, está en el kilómetro 82.4 de la Carretera Núm. 135 hacia Lares y Castañer, junto al empalme con la carretera de Adjuntas a Utuado. Consiste de dos tramos de vigas de acero recubiertas en hormigón apoyadas en caballetes a manera de torres abovedadas de hormigón. Fue diseñado por Rafael Nones y construído por Félix Benítez Rexach.

La pilastra central de unos 40 pies de altura se apoya sobre un afloramiento rocoso masivo en el lecho del río. Los estribos son igualmente en forma de torres formadas por dos gruesos muros paralelos unidos entre sí por un arco de medio punto. Las vigas de acero recubiertas en hormigón descansan sobre esos muros apoyadas sobre pies de amigo de forma circular. Una imposta que rodea los muros sirve tanto al arco como a los pies de amigo. Los bordes de los arcos de hormigón están decorados por relieves que imitan dovelas. Las caras del puente y de las vigas tienen medallones en forma de rectángulos y diamantes con los interiores resaltados por texturas de agregado expuesto. La barandilla es de grecas con elementos diagonales y verticales; bajo ella está la cornisa de coronamiento. Los hacendados cafetaleros de la vecindad contribuyeron fondos para su construcción.

Página opuesta: Vista general de la cara sur.

Abajo: Detalle de una pilastra y sus pies de amigo.



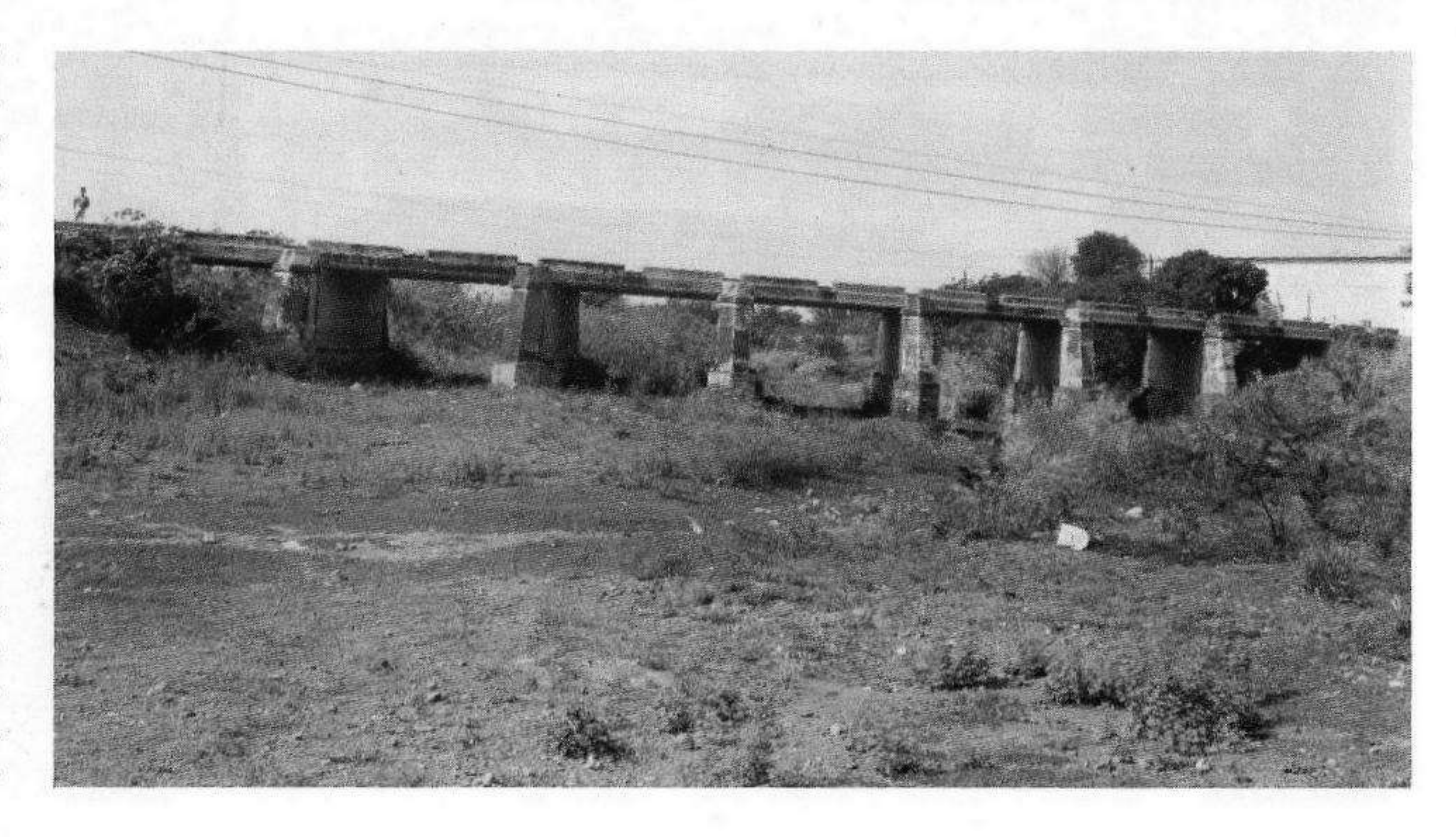


Puente Núm. 21; de los Poleos

Ubicado en:	**Bos. Río Jueyes / Pueblo, Salinas**
Salva a:	**Río Niguas**
Terminado en:	**1939**
Tipo:	**Losa continua en hormigón, 8 tramos**
Longitud:	**Tramo mayor: 8 metros**
	total: 63.7 metros

Este puente-viaducto de caballetes, ubicado en el kilómetro 91.2 de la Carretera Núm. 1, salida de Salinas hacia Santa Isabel, representa entre los puentes históricos a los de losa de hormigón. Es oblicuo, de pilastras en forma de muros masivos que suben desde los arquitrabes de los pilotes, con tajamares triangulares inclinados y decorados sobriamente con impostas y torrecillas. La superestructura se compone exclusivamente de la losa plana, con una moldura en la cara inferior y parapetos alargados en hilera. Este tipo de puente, con tramos de longitud similar, se utilizaba rutinariamente desde 1924.[49]

Página opuesta: Detalle de un tramo mostrando los parapetos, las pilastras con sus decoraciones y el grosor de la losa continua.



Abajo: Vista general de la cara norte desde el cauce.



NOTAS Y REFERENCIAS: NUESTROS PUENTES HISTORICOS

[1] Derry & Williams, *Historia de la...*, pp.587, 65.

[2] AGPR: L15,C2120.

[3] AGPR: L553, C2623; L505A, C2572; Castillo, J., "La Carretera ...", enero 1930, p.24.

[4] AGPR: L217, C2317; Castillo, J., *Ibid.*, p.22.

[5] Rivera Bermúdez, R. *Coamo* p. 363.

[6] AGPR: L98, C2203; L99, C2204.

[7] AGPR: L330, C2418; L330-A, C2419 (Serie:construcción)

[8] AGPR: L357, C2441 (Serie: construcción)

[9] Esteves, G., *Op. Cit.*, p.346.

[10] AGPR: L311, C2401.

[11] AGPR: L246-A, C2347; Esteves, G., *Op. Cit.*, p.343 y 347.

[12] Pumarada, L. *et al.*, *Inventario...*; Totti, E., "Arco de... "; *Engineering News Record*, "Porto Rican Concrete..."

[13] *Revista de Obras Públicas*

[14] Esteves, G., *Op. Cit.*, p.343.

[15] AGPR: L49, C2145: ; Castillo, J., *Ibid.*, abril 1930, p.99.

[16] Rivera Bermúdez, R., *Ibid.*, p. 378.

[17] AGPR: L26, C2127: E3-192-867; Castillo, J., *Ibid.*, febrero 1930, p.39.

[18] AGPR: L53a, C2145; Castillo, J., *Ibid.*, mayo 1930, p.128.

[19] AGPR: L48, C1778: E1-184, 3-99, 4-869; Castillo, J., *Ibid.*, abril 1930, p.99.

[20] AGPR: L207, C2306 (Serie: construcción)

[21] AGPR: L40, C2138; Castillo, J., *Ibid.*, marzo 1930, pp.67-68.

[22] AGPR: L33, C1415

[23] AGPR: L26, C2127; Castillo, J., *Ibid.*, febrero 1930, p.39.

[24] Castillo, J., *Ibid.*, marzo 1930, p.68.

[25] AGPR: L122, C2222/2223 (Serie: construcción). AHMSG: Libro de Actas Municipales, Núm. 23 (1870), Folios 7 y 119; Núm. 26 (1873) Folio 5. Peña Marazuela, María T. *et al.*, "Inventario de la Serie Fomento de Puerto Rico del Archivo Histórico

Nacional de España". Madrid (1972) Sección de Ultramar; p.99,103 y 130.

26 AGPR: L103, C2206; Nones, R. *Ibid*., p.39.

27 Kranzberg & Pursell, *Op. Cit*., tomo 2, p.413.

28 Comp, T. A. y Jackson, D., *Bridge Truss Types*, s.n.

29 Sainz, J., "Proyecto de..."

30 Comp, T. A. y Jackson, D., *Op. Cit*., s.n.

31 AGPR: L5, C111: E66, (Serie: ferrocarril)

32 AGPR: L28, C2128; L29, C2129; L30, C2130; Castillo, J., *Ibid*., febrero 1930, pp.39-41.

33 AGPR: L384, C2467; L385, C2468

34 AGPR: L330, C2418, L330-A, C2419 (Serie: construcción)

35 AGPR: L330-A, C2419 (Serie: construcción); Nones, R., *Ibid*., pp.38-39.

36 AGPR: L679, C2797/2798 (Serie: construcción)

37 Aunque el expediente del Archivo General y la placa fijada al puente dan al año 1938 como la fecha de construcción, en los archivos de la Autoridad de Carreteras aparece el 1939.

38 AGPR: L114, C2218.

39 AGPR: L15, C115: E135, (Serie: ferrocarril)

40 AGPR: L110, C2216

41 AGPR: L108, C2214, E 305-24-25 y 187 (Serie: construcción)

42 Nones, R. "Conferencia...", p. 39.

43 AGPR: L128A, C2230; Nones, R. *Ibid*., p.40; Collazo, J., *Ibid*., junio 1930, p.146.

44 Esteves, G., *Op. Cit*., p.343.

45 AGPR: L553H, C2623; L553N, C2627; L505A, C2572; Esteves, G., *Op. Cit*., p.356.

46 AGPR: L6, C2114; L7, C2115; L9, C2116; Nones, R., *Ibid*., p.36.

47 AGPR: L5, C111 (Serie: ferrocarril); *Revista de Obras Públicas*, marzo de 1925, p.459.

48 AGPR: C2765; L654, C2769; Castillo, J., "El Puente..."

49 Esteves, G., *Op. Cit*., p.347.

GLOSARIO

acero *(steel)*: hierro bastante puro con un bajo contenido de carbón.

alas *(flanges)*: los elementos horizontales de una viga, ubicados en los extremos superior e inferior.

alcantarilla *(culvert)*: estructura similar a un puente, pero que salva una distancia longitudinal de menos de tres metros.

arco de medio punto, semicircular o de cañón *(barrel vault)*: arco de trazado circular constituído por un semicírculo completo.

arco elíptico, de tres puntos o carpanel *(elliptical arch)*: arco rebajado cuya curvatura se ajusta en los extremos para entrar tangente a los soportes verticales.

arco rebajado o segmentario *(segmented arch)*: arco de trazado circular cuya curvatura corresponde a un segmento de un círculo con su centro ubicado a un nivel inferior a su base; sus bordes forman un ángulo con las caras verticales de los soportes y resulta con profundidad mucho menor que la de un arco de medio punto.

argamasa *(lime mortar)*: mezcla de cal, agua, arena y grava o pedazos de ladrillo.

armadura, entramado o armazón *(through truss)*: estructura formada por la unión de varios elementos esbeltos de metal o madera en una geometría diseñada para alcanzar gran longitud y profundidad con un uso mínimo de material; en la clasificación de este estudio en particular, "armadura" se limita al tipo tridimensional que envuelve por completo a la vía de rodaje.

armazón lateral *(pony truss)*: vigas laterales a manera de armaduras, las cuales sostienen el tablero sobre su cordón inferior y sin arriostramiento u otra conexión entre sus cordones superiores.

armadura parabólica *(polygonal truss with inclined end posts)*: armadura con el cordón inferior recto y horizontal y el superior en forma de polígono circunscrito en un arco cóncavo.

arriostramiento *(bracing)*: conjunto de elementos estructurales a manera de amarres transversales usados para aumentar la rigidez de la estructura y su capacidad de resistir cargas laterales, tales como los movimientos sísmicos y la presión de los vientos huracanados.

cadena *(vertical ashlar course reinforcing masonry)*: machón vertical de sillería que refuerza un muro de fábrica.

calzada *(causeway)*: un terraplén o pedraplén en combinación con uno o más puentes cortos sobre un pantano o un cuerpo de agua poco profundo.

camino carretero *(unpaved road)*: camino sin afirmar o pavimentar con condiciones, dimensiones y

pendientes adecuadas para ser transitado por carretones de bueyes y coches de caballos.

cantonera o aristón (*vertical ashlar course reinforcing a masonry corner*): machón vertical que refuerza la esquina o extremo de un estribo o pilastra.

celosía (*lattice*): patrón formado por diagonales en forma de malla.

cercha (*a truss with a curved upper chord*): armadura con silueta curva.

clave (*keystone*): elemento ubicado en el punto más alto de un arco.

compresión: una fuerza que tiende a contraer la estructura, empujando a un elemento contra el otro

cordones (*chords*): los elementos que corren de soporte a soporte en las partes superior e inferior de una viga o armazón.

cornisa de coronamiento (*belt course*): coronamiento saliente que corresponde al nivel del plano del camino, y sobre la cual se levanta la baranda.

cornisamento (*buttress cap*): coronamiento de un tajamar.

coronamiento (*capstone course*): adorno que remata la parte superior de una estructura.

costillares (*ribs*): elementos verticales que descansan sobre arcos para sostener el tablero en ausencia de muros frontales y relleno.

dovela (*ring stone*): piedra labrada en forma de cuña para formar arcos.

estribo (*abutment*): soporte de extremo.

extradós: la superficie convexa de un arco.

fábrica (*any type of masonry or brickwork*): ladrillo o piedra de cualquier tipo cogido con argamasa.

grava (*gravel*): piedra de tamaño relativamente uniforme y generalmente menor de una pulgada.

hierro colado, fundido (*cast iron*): hierro con bastante carbón que se le da forma virtiéndolo en un molde. No es tan buen material estructural como el hierro forjado o el acero por ser vidrioso y porque puede contener burbujas de aire atrapadas en el interior que lo debiliten. Se llegó a usar para elementos en compresión.

hierro forjado, hierro dulce (*wrought iron*): hierro maleable que contiene impurezas en una forma que no afectan sus propiedades estructurales y al cual se le da forma trabajándolo al rojo vivo o a temperatura ambiente sin que se parta.

hierro laminado (*hot-rolled iron*): hierro forjado al rojo vivo mediante el uso de maquinaria.

hierro (*iron*): elemento metálico abundante pero que requiere temperaturas muy altas para separarlo de las sustancias con las que se encuentra asociado en la naturaleza; se usa también el término para referirse al hierro forjado, la forma en que más se usaba en la antigüedad.

hierros zorés (*corrugated iron sheets*): lámina de hierro

ondulada usada en los tableros para sostener el pavimento.

hormigón armado o concreto reforzado *(reinforced concrete)*: hormigón con un armazón de acero en su interior diseñado para coger las tensiones.

hormigón simple *(non-reinforced concrete)*: sin refuerzo de acero.

imposta: (*spring course*) resalto de los elementos en los cuales se apoyan los arcos o vigas.

imposta de coronamiento *(spring course)*: moldura o resalto horizontal continuo en un soporte cerca del nivel de la base de vigas o arcos.

intradós: la superficie cóncava de un arco.

laterales: elementos que sostienen a un tablero desde los lados por medio de vigas transversales bajo el tablero.

longitudinal: paralelo a la dirección del puente.

macadam: pavimento a base de capas sucesivas de cascajo apisonado por rodillos, nombrado según su inventor, el inglés MacAdam.

mampostería *(rubble masonry)*: fábrica a base de piedras de forma y tamaño irregulares colocadas con argamasa.

moldura *(relief)*: ornamento saliente y continuo en una superficie o esquina.

montantes: elementos verticales equivalentes a los postes que refuerzan el alma de una viga.

muros de acompañamiento o de enlace *(abutment walls)*: muros que enlazan los estribos con los taludes del terraplén contiguo.

muros en ala *(wing wall)*: muros que salen perpendiculares u oblicuos a las caras de la estructura para sostener los taludes del terraplén del camino.

muros frontales o tímpanos *(spandrel wall)*: muros que se levantan sobre las caras de los arcos para contener el relleno que sostiene al tablero.

parapeto *(parapet)*: elementos sólidos, continuos o interrumpidos, que forman una baranda.

pedraplén *(rock-fill)*: un montículo largo y plano hecho de piedra para sobrellevar una superficie de rodaje sobre una depresión o cuerpo de agua llano.

peralto: la distancia máxima entre los cordones superior e inferior de una armadura o armazón.

pies de amigo *(corbels)*: elementos básicamente triangulares de forma decorativa que sobresalen de una estructura para apoyar superficies que sobresalen en voladizo.

pila o pilastra *(pier)*: soporte intermedio.

placa o plancha bombeada *(domed plate)*: lámina gruesa de metal cuadrada o rectangular con el centro levantado a manera de cúpula o bóveda sobre el plano de los bordes para darle mayor capacidad de resistir cargas, por lo que se puede sostener sobre cualesquiera dos lados opuestos.

pontón*(small bridge)*: estructura similar a un puente, pero de entre tres y 5.9 metros de longitud.

postes *(hip vertical)*: elementos verticales de los armazones.

profundidad: la dimensión vertical de la estructura del puente.

puente de caballetes *(trestle bridge)*: consiste de varios tramos relativamente cortos sostenidos por pilastras.

puente oblicuo *(skew bridge)*: forma un ángulo con los soportes, lo cual dificulta su cálculo y construcción.

puente recto *(right bridge)*: perpendicular a los soportes, que a su vez tienen que ser paralelos a la corriente del cuerpo de agua.

resalto *(relief)*: elemento que sobresale de una superficie.

sillería o piedra labrada *(ashlar masonry)*: fábrica a base de piedra de forma rectangular de tamaño uniforme o modular cogida con argamasa u hormigón.

subestructura: los estribos y pilas con sus cimientos.

sumergible: un puente o calzada diseñado para quedar bajo el nivel de las crecientes o la marea sufriendo poco o ningún daño.

superestructura: lo que sostiene el tablero entre los puntos de apoyo.

tablero o firme *(deck)*: el pavimento, las aceras y barandillas y su sistema de apoyo.

tajamar *(buttress)*: apéndices triangulares o curvos que sobresalen de los extremos de las bases de las pilas para manejar la corriente de agua y los objetos que puedan arrastrar las crecientes.

talud *(slope)*: borde inclinado de un corte al terreno natural o de un terraplén.

tensión: fuerza que tiende a separar las partículas que componen un elemento, estirándolo.

terraplén *(fill)*: un montículo largo y plano hecho de tierra para sobrellevar una superficie de rodaje sobre una depresión o hasta alcanzar el borde de un puente.

tímpanos *(spandrels)*: elementos que unen un arco con un tablero superior.

torrecilla: tajamar que sube hasta el coronamiento de la estructura del puente.

transversal *(cross)*: perpendicular respecto a la dirección del puente.

verdugo *(reinforcing course of brick)*: línea horizontal de ladrillo en una estructura de fábrica.

viga de celosía *(lattice girder)*: viga metálica cuyo plano vertical o alma está formado al menos parcialmente por elementos diagonales que se cruzan en forma de celosía (algunos llaman así a todo tipo de armadura lateral, en cuyo caso, la viga de celosía propiamente dicha sería la simétrica de alto grado de multiplicidad, o sea de mallas pequeñas).

vigas maestras *(string girders with upper deck)*: las dos o más vigas principales longitudinales que sostienen directamente a un tablero superior, sin necesidad de un sistema de viguetas transversales.

vigueta *(joist)*: viga pequeña, generalmente secundaria.

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS:

AA: Archivo del autor.
AGPR: Archivo General de Puerto Rico, San Juan.
AHMSG: Archivo Histórico Municipal de San Germán.
R.O.P.: Revista de Obras Públicas de Puerto Rico.

FUENTES:

Barrios Román, Angel de, *Antropología Socioeconómica del Caribe, Mayagüez 1840-1875*. Instituto de Estudios del Caribe, San Juan, s.f.

Bunker, Oscar L., *Historia de Caguas*. s.e., Caguas, 1975.

Castillo, Juan E., "El puente 'La Aurora'." *R.O.P.* 6:11 (noviembre 1929) pp.311-313.

——. "La Carretera Central." *R.O.P.* 6:12 (diciembre 1929) pp.316-320; 7:1 (enero 1930) pp.21-28; 7:2 (febrero 1930) pp.36-41; 7:3 (marzo 1930) pp.64-68; 7:4 (abril 1930) pp.96-100; 7:5 (mayo 1930) pp.126-129; 7:6 (junio 1930) pp.143-147.

Comp, T. Allan y Jackson, Donald, "Bridge Truss Types: a guide to dating and identifying." American Association for State and Local History Technical Leaflet 95, *History News*, 32:5 (May 1977) *separata*, p.1

Cruz Monclova, Lidio, *Historia de Puerto Rico (Siglo XIX)*. Editorial de la Universidad de Puerto Rico, San Juan, 1970. (Seis tomos)

Davis, George, *Report on Industrial and Economic Conditions of Puerto Rico*. US Dept. of War, Bureau of Insular Affairs, Washington D.C., 1899.

Derry T. K. y Williams, Trevor I., Historia de la tecnología. 2da edición en español. Trad. de Carlos Caranci et. al., Siglo 21 Editores S.A., México, 1978. (Tres tomos)

Delano, Jack, *De San Juan a Ponce en el tren*, Editorial de la Universidad de Puerto Rico, San Juan, 1990.

Echevarría, José de, "Pliego de condiciones para la construcción del material del tramo metálico del puente denominado Pezuela sobre el río Estero". París, 2 de diciembre de 1876. AA. (fotocopia cortesía del Sr. Edwin Albino).

Engineering News Record, "Porto Rican Concrete Arch Bridge Has Novel Spandrels." 89:32 (Dec. 7, 1922), p.981.

Esteves, Guillermo, "Construcción de carreteras y puentes en el año económico 1923-24". Tomado del informe anual del Comisionado del Interior, *R.O.P.* 1:9 (octubre 1924), pp.339-350.

Font, Manuel, "Etienne Totti y Torres". *R.O.P.*, 12:3 (marzo de 1935), pp.865-867.

García, Osvaldo, *Fotografías para la historia de Puerto Rico,* Editorial de la Universidad de Puerto Rico, San Juan, 1989.

González, L.M. y Quintero Rivera, A.G., *La otra cara de la historia,* vol. 1 1800-1925, CEREP, San Juan, 1984.

Kranzberg, Melvin y Pursell, Carroll (eds.), Historia de la tecnología. Trad. de I. P. Ansuategui, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 1981. (Dos tomos)

Levi, C., Tratado de construcciones civiles. 2da edición en español. Trad. de E. Ruiz Ponsetí, Gustavo Gili Editor, Barcelona, 1926. (Dos tomos)

Martínez de Hernández, Tomasita y Rivera Cruz, Lourdes, *Indice a la Revista de Obras Públicas de Puerto Rico.* Serie de índices, Núm. 2. Biblioteca del Recinto Universitario de Mayagüez, Recinto de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico. Octubre 1985.

Neumann. Eduardo, *Verdadera y auténtica historia de la ciudad de Ponce.* Edición facsimilar de la original del 1913, prologada por Guillermo Baralt. Instituto de Cultura Puertorriqueña, San Juan, 1987.

Nones, Rafael, "Conferencia en el Colegio de Ingeniería de Mayagüez acerca de algunos puentes construídos en Puerto Rico". *R.O.P.* 9:1 (enero 1932) pp.36-40; 9:2 (febrero 1932) pp.54-57.

——, "Proyecto de variante de la Carretera Núm. 2 sección Manatí-Arecibo y puentes de entrada a la ciudad de Arecibo". *R.O.P.* 1:9 (octubre 1924) pp.333-335.

Oficina Estatal de Preservación Histórica de Puerto Rico, *et al., El San Juan español, 1519-1898: mapas y planos en los archivos de España.* Catálogo de la exhibición "El San Juan Español", s.e., s.l., 1989.

Peña Marazuela, María T. *et al.,* "Inventario de la Serie Fomento de Puerto Rico del Archivo Histórico Nacional de España". Madrid (1972) Sección de Ultramar, p.99,103 y 130.

Picó, Fernando, *Historia General de Puerto Rico.* Ed. Huracán, San Juan, 1986.

Pumarada O'Neill, Luis F., "Contexto histórico del ferrocarril en Puerto Rico". Informe inédito. Oficina de Preservación Histórica de Puerto Rico, San Juan, 1988.

——, *et al.,* "Inventario histórico de ingeniería e industria de Puerto Rico". Fichero encuadernado disponible en la Biblioteca de la Escuela de Arquitectura del Recinto de Río Piedras. Oficina del Presidente de la Universidad de Puerto Rico, San Juan, 1977-78. 10 tomos.

——, *Breve historia de las obras de ingeniería de Puerto Rico.* Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico, San Juan, 1982.

Revista de Obras Públicas de Puerto Rico, "Obras públicas de Puerto Rico: resúmen histórico". *R.O.P.* 1:4 (abril 1924), pp.151-166.

Santana Rabell, Leonardo, *Historia de Vega Alta de Espinosa.*

Ed. La Torre del Viejo, San Juan, 1988.

Sainz, José M., "Proyecto de un puente de acero sistema Eiffel, sobre el caño llamado del 'Boquerón'", documento Núm. 2, Plano 1. Puerto Rico, 21 de mayo de 1892. A.A. (fotocopia del autor, cortesía del Sr. Edwin Albino).

Tio, Aurelio, "Trazado y construcción de carreteras y puentes", *Boletín de la Academia Puertorriqueña de la Historia*. 3:10 (30 de junio de 1973), pp.81-104.

Torres Ramírez, Bibaíno, *La isla de Puerto Rico, (1765-1800)*. Instituto de Cultura Puertorriqueña, San Juan, 1963.

Totti, Etienne, "Arco de hormigón armado sobre la Quebrada La Mala," *R.O.P.*, II:22 (618-619 y foto en portada).

***PUENTE DE BOLAS O DE LOS QUESOS:* Esta atractiva estructura, clasificada en términos ingenieriles como una alcantarilla, marcaba la entrada oficial al área urbana de San Germán desde antes del 1845. En el inventario de puentes históricos se le dio una mención honorífica pero no se le incluyó por no cumplir con la dimensión mínima de seis metros de luz.**





***Izquierda:* Vista desde la calle.**

***Derecha:* Vista lateral mostrando la bóveda.**

APENDICES

1. PROCESO DE EVALUACION

Como ya existían informes de proyectos de selección de puentes históricos similares a éste realizados en algunos estados de Estados Unidos [1], se estudió los procesos usados en éstos como posibles alternativas. Se descartó el proceso de simplemente enunciar unos criterios y escoger unos puentes por concenso porque la lista así producida sería difícil de aceptar y vulnerable a críticas de subjetividad. Se decidió usar un método cuantitativo en el cual se llegaría a un número índice para cada puente a base de criterios aplicados mediante escalas cuantitativas y pesos, quedando como históricos los puentes con índices superiores a un valor en particular. [2] En vez de ajustarse el conjunto resultante de estructuras a base de excepciones al valor escogido, como se hizo en los proyectos estudiados de ese tipo, se decidió mantener la objetividad cuantitativa mediante la calibración y ajuste del valor escogido, la tipología y los pesos del modelo matemático contra un listado preliminar mediante el uso de computadoras, hasta lograr una lista consistente y sin excepciones. [3]

Algunos de los criterios utilizados coincidieron con los usados en ciertos estados, pero hubo que eliminar, alterar y añadir otros y crear nuevas escalas para reflejar las circunstancias históricas, topográficas y culturales particulares de Puerto Rico. Otra diferencia con otros proyectos fue que no se limitó éste a los puentes de carreteras en uso actual, sino que se incluyó también a puentes abandonados y puentes ferroviarios para así estimular su preservación y dar mayor validez al estudio. Para lograr una más completa representatividad del conjunto, se consideró e incluyó también a ejemplos típicos de puentes cuyos sistemas estructurales eran de poco significado ingenieril y arquitectónico, tales como sistemas de losas de hormigón y vigas de acero u hormigón. El pontón llamado *Puente de Bolas*, ubicado en San Germán, recibió una "mención honorífica". Debido su gran antigüedad (es anterior al 1845), rasgos físicos y significado histórico hubiera podido considerarse un puente histórico, pero no pudo ser así ya que no cumple con la longitud mínima de seis metros de longitud que define a un puente.

El proyecto se hizo en tres fases. En la primera se creó un panel integrado por personas reconocidas provenientes de diversas disciplinas relevantes al problema; se reunió información sobre los puentes de los archivos y manuales de la Autoridad de Carreteras, el *Contexto histórico del Ferrocarril de Circunvalación de Puerto Rico* y del *Inventario histórico de Ingeniería e Industria de Puerto Rico*, y se establecieron unos requisitos, mencionados en la Introducción, los cuales tendrían que cumplir los puentes para cualificar como puentes candidatos, así como

unos criterios preliminares de evaluación para escoger de entre los candidatos a los puentes históricos. El panel estuvo integrado por el Ing. Aurelio Tio, como historiador de la ingeniería puertorriqueña; el Arq. Javier Blanco, como arquitecto; el Dr. Eduardo Ramírez, como diseñador de puentes; el Dr. Juan Rodríguez Cruz como historiador; y el Dr. Luis Pumarada como arqueólogo industrial y encargado del proyecto.

Una vez fueron aceptados estos requisitos por las agencias concernidas, comenzó la segunda fase, en la cual se visitó, fotografió y documentó a los puentes candidatos. La documentación se dirigió a las escalas de los criterios de evaluación. El panel (el mismo de la primera fase excepto por la entrada del Arq. Alberto del Toro en sustitución del Arq. Blanco) evaluó los puentes a la vez que revisaba la metodología preliminar a la luz de la información proveniente de los propios puentes. Finalmente los clasificó por tipos hasta alcanzar un conjunto satisfactorio de estructuras que fuera además consistente con el modelo cuantitativo.

La metodología utilizada supone que el concenso del panel, al dividir los puentes en históricos y no-históricos sigue un proceso racional que conscientе o inconscientemente evalúa a éstos según unos criterios y pesos, lo cual ha de reflejarse en un modelo matemático que se itera con las decisiones cualitativas. De esta forma se produjo un conjunto representativo y bien justificado, con por lo menos un puente de cada tipo, que puede ser mantenido al día con relativa facilidad según surjan más puentes candidatos con el paso de los años. El modelo permitirá hacer ajustes de forma fácil y consistente que tomen también en cuenta el efecto de la desaparición de aquellos puentes históricos que se vean afectados por desastres naturales, deterioro, remodelación o destrucción. Además, podrá ser fácilmente ajustado cuando el devenir del tiempo y el contexto histórico altere las prioridades de preservación.

2. CLASIFICACION DE LOS PUENTES HISTORICOS

Los tipos de puente se establecieron a base de sus materiales y del sistema estructural de la superestructura. Las características en paréntesis diferencian al puente de otros incluídos en el mismo tipo, pero no se consideraron suficientes como para crear una clasificación adicional. Los puentes en **negritas** se presentan en este libro.

PUENTES DE ARCO

en ladrillo

de medio punto y de un tramo

173

de otro tipo y de un tramo

517 (oblicuo); **1600** (elíptico)

de dos tramos

6 (de medio punto); **180** (rebajado)

de más de dos tramos

3 y 4 (semicirculares)

en metal

379 (rebajado)

en hormigón

de medio punto y de un tramo

1456

otros de un tramo

354, **271**, **213**, **214**, 2047, **152**, **277** y **503** (rebajados); **150** (elíptico)

de dos tramos

Ferroviario de Añasco Arriba (de medio punto), **316** y 262 (rebajados)

de costillar (*spandrel arch*)

1112 (de medio punto)

PUENTES DE ARMAZON METALICO LATERAL *(PONY TRUSS)*

de celosía (*lattice*)

79

de "W's " *(Warren)*

Ferroviario de Caño La Puente (con postes); **341** y 358 (con postes alternados)

de " N'S" *(Pratt)*

71

3. CRITERIOS, MEDIDAS E INDICES DE HISTORICIDAD

A la derecha tabulamos los criterios de evaluación que se utilizaron para diferenciar entre los puentes candidatos y seleccionar de entre éstos a los históricos, así como los pesos asignados a cada criterio. Los criterios se presentan agrupados por categorías y se incluye el porciento que cada categoría contribuye al Indice de Historicidad. Los pesos dados a las categorías de ambientación y belleza son relativamente menores debido a que esas escalas son bastante subjetivas.

CATEGORÍA / CRITERIO	**PESOS: GRUPO** numérico	porciento	/ CRITERIO
Belleza	**3**	**8.9%**	
elementos decorativos			1.5
estética del puente			1.5
Integridad	**2.5**	**7.5%**	
Tipología	**11.1**	**33%**	
representatividad			3.6
visibilidad de la forma			2
sistema estructural			2.5
materiales			2
más antiguo en su tipo			1
Ingeniería	**5.5**	**16.4%**	
longitud total			2
longitud del tramo más largo			1.5
altura			2
Historia	**9.5**	**28.3%**	
importancia histórica de la carretera			1.5
fecha de construcción			2.5
datos históricos asociados			2.5
de época española			1.5
ingenieros prominentes			1.5
Ambientación	**2**	**6%**	
ambientación histórica			1
ambientación estética			1

DEFINICIONES DE LAS ESCALAS DE EVALUACION

Las escalas sirven para expresar el grado al cual un puente cumple con un criterio de evaluación. Para que se diferencie la contribución de cada criterio al Indice de Historicidad sólo a base del peso asignado, todas las escalas asignan 5 al valor máximo según éste aumenta la historicidad y 0 al valor mínimo. Estas quedaron definidas de esta forma:

Integridad respecto a su construcción original. Corresponde el 5 a un mínimo de alteraciones, pérdidas, deterioro o roturas. Refleja la conservación las características originales (excepto por el pavimento).

Fecha de construcción. Puentes con fecha anterior al 1860: 5. Entre 1861 y 1885: 4. Entre 1886 y 1898: 3. Entre 1899 y 1915; 2. Entre 1916 y 1932: 1. Posteriores al 1932; 0.

Sistema estructural. Al arco elíptico se otorga 5; a otros arcos no-semicirculares y al armazón, 4; armadura lateral y viga de celosía, 3; viga lateral y arco de medio punto, 2; vigas maestras de acero, 1; los demás, 0.

Elementos decorativos. Los puentes con cinco o más elementos decorativos: 5. Los puentes con cuatro elementos: 4. Los puentes con tres elementos: 3. Los puente con dos elementos: 2. Los puentes con un elemento: 1. Los puente sin elementos decorativos: 0. {Los elementos decorativos clasificados son: acceso decorado; arcada (arco decorativo, no estructural), estructura en arco; barandas decorativas; cornisa superior; desagües decorativos; esquinas decoradas; estribos decorados; faroles decorativos; fecha en relieve; pilastra decorada; pies de amigo; placa informativa; textura estética; medallones, molduras y otros relieves}.

Visibilidad de la forma. Si el puente se ve bien y de lado desde la propia carretera del puente, tiene valor de 5. Si se ve bastante de lado desde una carretera contigua: 4. Si se ve bastante de lado desde la orilla de la carretera: 3. Si se ve la estructura al entrar al puente: 2. Si se nota que se está pasando por un puente aunque la estructura no sea evidente: 1. Si no se nota que se pasa puente alguno: 0.

Puentes pertenecientes a la época española. Los puentes con fecha posterior al 1898 tienen 0 y los anteriores tienen 5. Si un puente anterior al 1898 ha sido muy remodelado, reconstruído o substancialmente alterado posteriormente, tendrá un valor intermedio según el grado de alteración.

Puente más antiguo existente en su tipo. Si el puente es el más viejo en su tipo tiene un 5. Si el puente es el segundo más viejo tiene un 3. Los demás, 0.

Longitud total de la estructura. Puentes menores de 10m: cero. Entre 10.1 y 40m: uno. Entre 40.1 y 70m: dos. Entre 70.1 y 100m: tres. Entre 100.1 y 130: cuatro. Mayores de 130.1m, cinco.

Estética de la estructura del puente. La escala es subjetiva, tomando el 5 como la mayor belleza, la cual se establece según un juicio de campo exclusivo de la presencia o ausencia de elementos decorativos. Se trató de hacer los juicios consistentes a base de que todos fueran hechos por la misma persona.

Materiales (materiales de superestructura y soportes). Con hormigón en superestructura y soporte se le otorga 0; acero en uno sólo, 1; acero en ambos, 2; ladrillo, mampostería o piedra en uno sólo, 3; acero en uno y piedra, mampostería o ladrillo en otro, 4; ladrillo, mampostería o piedra en ambos, 5. Se basa en los materiales visibles y los informados en los archivos de la Autoridad de Carreteras. Se excluye a los pavimentos.

Importancia histórica de la carretera. Si pertenecieron a la Carretera Central y o al Ferrocarril de Circunvalación: 5. Carreteras españolas del litoral: 4. Otras carreteras españolas: 3. Carreteras principales de 1899 a 1930 que unieron centros urbanos grandes o abrieron zonas de importancia económica: 2. Otras carreteras anteriores al 1930 y ferrocarriles privados: 1. Lo demás: 0. Si una carretera histórica ha sido alterada en ruta, anchura u otra forma que no sea el pavimento, su valor se reduce para reflejarlo.

Altura relativa. Se refiere a la altura libre entre la estructura y la superficie del agua o el fondo de la depresión que ésta salva. Altura menor de 1.7m: cero. Entre 1.8 y 3m: uno. Entre 3.1 y 10m: dos. Entre 10.1 y 17m: tres. Entre 17.1 y 24m: cuatro. Mayores de 24m: cinco.

Ingeniero prominente. Esta escala trata de expresar la prominencia relativa de diseñadores y/o constructores del puente en términos históricos, ingenieriles y origen exótico.

T. Larrinaga: **4.** R. Nones, F. Benítez Rexach, E. Totti, G. Steinacher, I. Abarca, R. Camprubí, R. Carmoega, J. de Echevarría, Cía. del Ferrocarril: **3.** P.R. Iron Works, Niccrise Decluve, Comte, E. Rollin, Duclos & Co., American Bridge Co., Groton Bridge Co., Virginia Bridge Co., Batallón de Ingeniería, American RR Co: **2.** Otro conocido: **1.** Se desconoce: **0.**

Si se conoce a un sólo ingeniero o contratista, la escala sólo reflejará el valor que le haya sido asignado a éste, pero si hubiera más de uno, se aplicará la siguiente regla:

(4 & 2), (4 & 3) y (3 & 3) = 5;
(4 & 1) y (3 & 2) = 4
(3 & 1) y (2 & 2) = 3
(2 & 1) = 2
(1 & 1) = 1

Longitud del tramo mayor de la estructura. De 6 a 7.9m es cero; de 8 a 14.9m, uno; de 15 a 29.9m, dos; de 30 a

44.9m, tres; de 45 a 59.9m, cuatro; mayor o igual de 60m, cinco.

Datos históricos asociados. Refleja la importancia de los datos históricos y su relación a la estructura actual. Se le asigna 5 a un puente sobre, bajo o junto a cuya estructura actual ocurriera algún hecho histórico de relevancia nacional. Si el hecho ocurrió a cierta distancia de la estructura actual, o relacionado a un puente antecesor del actual, o en ese mismo lugar pero cuando no había puente alguno, el valor se reduce proporcionalmente ya que el hecho no es relevante a la estructura existente de por sí, sino que sería igual de relevante para cualquier otra que pudiera levantarse allí.

Ambientación estética del puente. La escala es subjetiva, correspondiendo el 5 a la mayor belleza según un juicio de campo, ejercido siempre por la misma persona.

Ambientación histórica del puente. La escala es subjetiva, correspondiendo el 5 a la mayor integridad histórica del entorno reflejando que haya habido poco cambio, o a la cercanía visible de otros lugares o monumentos históricos.

Indice de Representatividad. Este índice pretende señalar al más representativo de cada tipo en términos de su valor ingenieril, arquitectónico y educativo. Esta escala asigna un valor de 5 al puente más representativo de cada tipo y cero a los demás. Este índice se calcula de forma análoga al índice de historicidad, a base de las siguientes escalas y pesos.

Escala	**Peso**
integridad	2.5
longitud total	2.0
altura	2.0
visibilidad al conductor	2.0
longitud del tramo mayor	1.5
elementos decorativos	1.5
estética del puente	1.5
ambientación estética	1.0
ambientación histórica	1.0
más antiguo en su tipo	1.0

4. PLIEGO DE CONDICIONES TIPICO PARA LA CONSTRUCCION DE UN TRAMO METALICO:

Isla de Puerto-Rico

PUENTE denominado PEZUELA sobre el río ESTERO

PLIEGO DE CONDICIONES
para la construcción del material del tramo metálico de este puente

ARTÍCULO 1

La estructura metálica de este puente se ejecutará con arreglo a la forma y dimensiones de sus diferentes partes, representadas y acotadas en los planos generales y de detalle, empleándose la clase y dimensiones de los hierros que, para las diversas piezas, se especifican en la relación detallada del material.

ARTICULO 2

El fabricante no podrá alterar por sí el proyecto en lo más mínimo; pero si durante la ejecución juzgase útil introducir alguna modificación lo hará así presente al Ingeniero-Inspector sujetándose a lo que se resuelva por la superioridad, y se le comunique por escrito.

ARTICULO 3

Si el gobierno o el Ingeniero que éste nombre para la inspección de la obra introdujese alguna modificación, el fabricante está obligado a llevarla a debido efecto en todas sus partes, conforme a la orden escrita que recibirá para ello.

ARTICULO 4

El contrato comprende el material de hierro forjado y fundido que entra en la construcción del tramo, el cual se entregará, completamente labrado, ajustado y dispuesto para el montaje, al costado del buque que haya de transportarlo a Puerto Rico.

ARTICULO 5

Tanto el palastro, como todo el hierro forjado de diferentes formas, que ha de entrar en la composición del puente, será dulce, maleable en frío y en caliente, de grano fino y homogéneo, perfectamente laminado, y reuniendo, en fin, todas las circunstancias que constituyen un hierro de superior calidad.

ARTICULO 6

Todo el hierro forjado ha de resistir a un esfuerzo de fractura, por tensión, de 32 kilogramos al menos por milímetro cuadrado de su sección transversal.

ARTICULO 7

Los cantos se cortarán perfectamente a escuadra y se planearán, para que se toquen en toda la longitud de las juntas, tanto en las planchas de palastro como en las escuadras y demás hierros; los agujeros para los roblones se corresponderán con la mayor exactitud, y cuando se haga el roblonado quedarán completamente llenos por las espigas de los roblones, y las caras de las piezas superpuestas en entero contacto en toda su extensión; en una palabra, la ejecución de toda la obra será la más esmerada y perfecta posible.

ARTICULO 8

La fundición será gris, de superior calidad, de grano fijo y homogéneo, sin fallar en su textura y perfectamente moldeado con arreglo a las formas indicadas. Las superficies de contacto de las placas de asiento y de resbalamiento estarán planeadas a máquina de manera que puedan resbalar con facilidad.

ARTICULO 9

Para cerciorarse de la bondad del material y de la mano de obra, el Ingeniero del Gobierno visitará los talleres cuantas veces lo crea oportuno, y hará además las pruebas que juzgue convenientes; siendo de cargo del fabricante facilitar con aparatos necesarios y hacer los demás gastos que estas pruebas originen. El Ingeniero desechará todas las piezas que, ya por la calidad del hierro, ya por mala ejecución, juzgue inadmisibles.

ARTICULO 10

Todas las superficies de las piezas metálicas que hayan de pintarse en obra recibirán en los talleres dos manos de imprimación al minio, después de haberlas limpiado bien de oxidación y mojado con aceite de linaza hervido.

ARTICULO 11

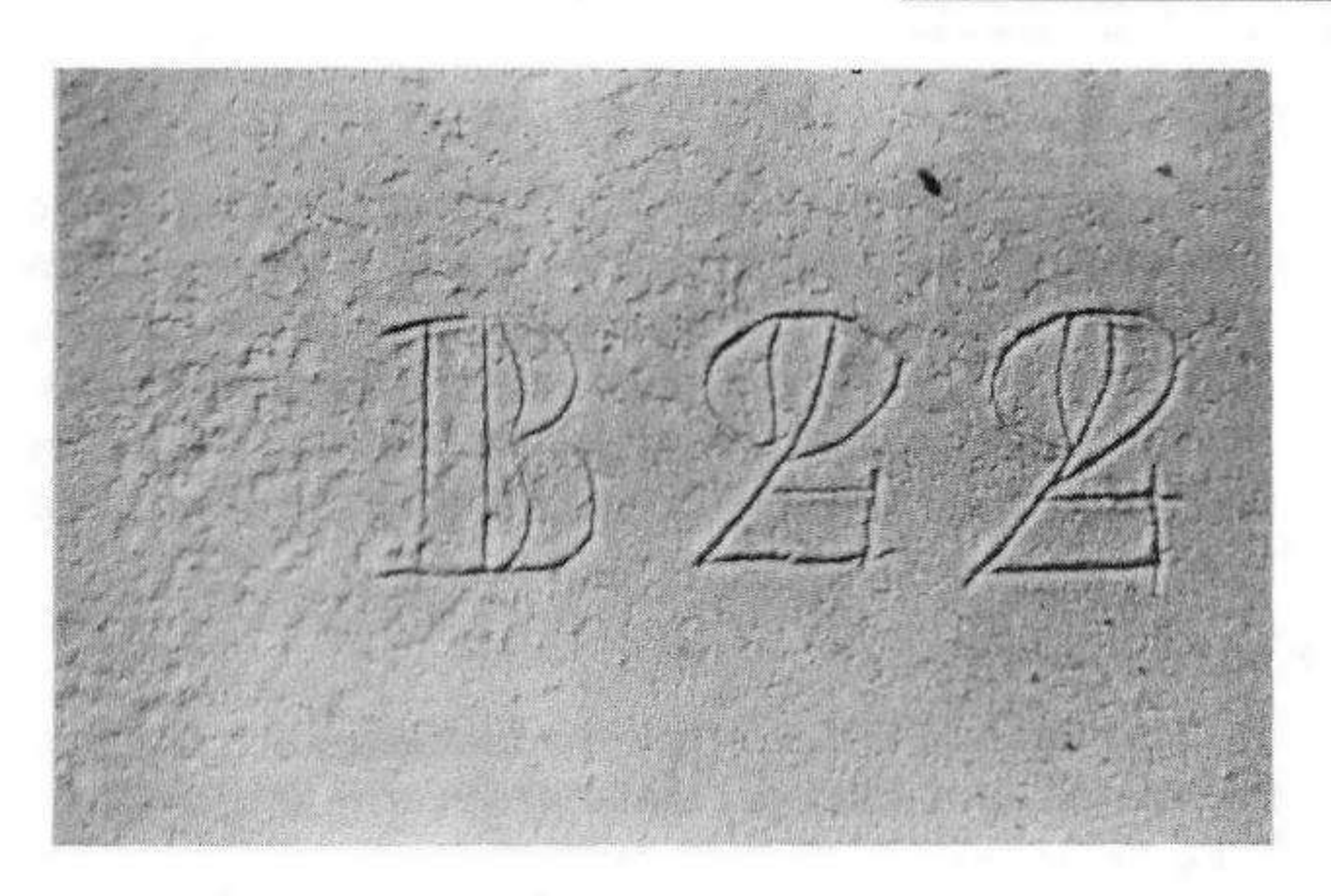
Todas las demás piezas se engrasarán convenientemente para preservarlas de la oxidación.

ARTICULO 12

Para evitar confusión y facilitar el montaje se marcarán las diferentes piezas con letras y números perceptibles; los cuales se estamparán, así mismo, en los planos de montaje que el constructor entregará al Ingeniero antes de embarcar el material. Estas marcas se harán generalmente al buril, en el hierro, de modo que no se borren durante el transporte.

ARTICULO 13

Las cabezas de las vigas saldrán de los talleres en trozos completamente armados y roblonados de las dimensiones indicadas en los dibujos; las viguetas se entregarán completamente terminadas y dispuestas para el montaje y,



Marca hallada en un elemento del puente 99, del tipo exigido en el Artículo 12.

en general, se acabarán en el taller todas las piezas en cuanto sea compatible con las exigencias del transporte y del montaje.

Las piezas sueltas se empaquetarán, los roblones, tornillos y otras piezas menudas se embalarán en cajas o barriles bien acondicionados y, en fin, todo el material se entregará convenientemente para el transporte.

El constructor se conformará a las órdenes del Ingeniero en todo lo relativo a la subdivisión de los tramos en trozos y al embalaje del material.

ARTICULO 14

El constructor suministrará una factura, por duplicado, en que se especificarán clara y detalladamente las marcas, peso y contenido de cada bulto, indicando al propio tiempo las marcas que llevan las piezas, las cuales deben estar conformes con las indicadas en los planos de que habla el artículo 12.

ARTICULO 15

Concluída la fabricación del material se montará en los talleres, de un modo provisional, el tramo metálico, a fin de que el Ingeniero pueda examinarlo con detenimiento y asegurarse de su buena ejecución y de que todo el material esté conforme con lo estipulado. En caso contrario obligará al constructor al fiel cumplimiento de su contrato.

Las dos manos de imprimación, de que se habla en el artículo 10, no se darán hasta que las piezas hayan sido examinadas y recibidas por el Ingeniero, y el transporte del material, al puerto de embarque, no tendrá lugar hasta después de la recepción de todo el puente y cuando dicho ingeniero dé la orden para ello.

ARTICULO 16

El constructor se compromete a entregar todo el material, dispuesto para su transporte, al costado del buque, en el puerto de______ (*sic*) en un plazo de____meses, a contar

de la fecha en que reciba la orden de comenzar los trabajos.

ARTICULO 17

Le pagarán al constructor por el material del tramo de este puente la suma de_______y como el peso total es de _____resulta que el precio medio por tonelada es_______.

Este precio comprende todos los gastos de materiales, mano de obra, transporte y otros, que puedan ocurrir hasta que el constructor haga entrega del material al costado del buque en el puerto de embarque; todos los gastos son de su cuenta por la suma fija que arriba se expresa.

El transporte, desde la fábrica hasta el puerto en que ha de hacer entrega del material, es de cuenta y riesgo del constructor, el cual está por consiguiente obligado a reemplazar cualquier pieza que se extravíe o se deteriore durante dicho transporte, pues el material ha de entregarse en perfecto estado.

ARTICULO 18

Si a temor de lo prevenido en los artículos 2 y 3 se introdujese alguna modificación en el proyecto que haga variar, en más o en menos, el peso total de hierro calculado, se aumentará o disminuirá la suma de_____que expresa el artículo anterior en la cantidad correspondiente al aumento o disminución de peso del material; al precio medio de _____por tonelada fijado en dicho artículo.

ARTICULO 19

El peso y, por consiguiente, la cantidad que haya de aumentarse o disminuirse a la suma arriba expresada, en caso de variación del proyecto, se fijará de común acuerdo antes de que la variación tenga efecto, y una vez determinada, de este modo, la suma total que ha de pagarse por el material quedará ésta fija e invariable, sin que el contratista tenga derecho a reclamación alguna.

ARTICULO 20

Los pagos de la suma fija e invariable definitivamente determinada por valor del material se verificarán en París en los plazos siguientes:

veinte y cinco por ciento (25%) después de firmarse el contrato y antes de comenzar los trabajos;

cincuenta por ciento (50%) cuando el puente esté terminado en los talleres y después que el ingeniero lo haya reconocido y hecho la recepción provisional, de que se habla en el artículo 15;

quince por ciento (15%) después que todo el material haya sido entregado al costado del buque en el puerto de embarque;

diez por ciento (10%) cuando el ingeniero encargado de la ejecución de la obra, en Puerto Rico, haya expedido su certificado en que conste que el puente está montado y que el material ha resistido bien a las pruebas, sin

haberse manifestado defectos en la calidad de los materiales ni vicios en la ejecución. En caso contrario el constructor queda obligado a reemplazar a sus expensas las piezas defectuosas, y si descuidase el hacerlo se procedería a reemplazarlas por el gobierno a cargo del constructor.

Este no es responsable de los deterioros que puedan provenir de defectos en el montaje.

La carga de prueba a que ha de someterse el puente será de 400 kilogramos por metro cuadrado de la superficie total del peso; el puente podrá cargarse en totalidad o sólo en parte, según crea conveniente el Ingeniero del gobierno.

ARTICULO 21

Por cada mes que se retarde la entrega del material después del plazo fijado por el constructor, se le retendrá a éste el uno por ciento (1%) sobre el importe total de su contrato.

ARTICULO 22

En el caso de que el puente no estuviese montado un año después de la entrega del material al delegado del gobierno en el puerto de embarque, el constructor tendrá derecho al pago del diez por ciento que se le retiene como garantía, a los trece meses después de dicha entrega, cualquiera que sea el estado de los trabajos de montaje.

ARTICULO 23

Si el gobierno lo pidiese, el constructor enviará un contramaestre y el número de obreros que se le indique para ejecutar el montaje del puente, cuidando de escoger un contramaestre y operarios hábiles, de buena conducta y bien al corriente de esta clase de trabajo, y de dar al contramaestre los datos e indicaciones necesarios para que pueda llenar su cometido de una manera completa y satisfactoria.

Los gastos de viaje a Puerto Rico, ida y vuelta, así como los jornales del contramaestre y operarios, mientras se haga el montaje y durante el tiempo de los viajes, correrán a cargo del Gobierno español.

París, 20 de diciembre de 1876

El ingeniero jefe

José de Echevarría (firmado)

NOTAS Y REFERENCIAS: APENDICES

1 Se estudiaron los proyectos hechos en Pennsylvania, Ohio, Rhode Island, Arizona, Hawaii y Colorado.

2 La lista completa de puentes históricos clasificados por tipos aparece más adelante.

3 Se hizo un modelo matemático usando el programa Excel en una computadora Macintosh. Este modelo se resume de la siguiente manera: el Indice de Historicidad de cada puente equivale a la sumatoria de los productos de su valor en la escala de cada criterio por el peso del criterio.

4 Sainz, J.M., "Proyecto..."


$14.95
LOS PUENTES HISTORICOS DE PUERTO RICO • LUIS PUMARADA O'NEILL